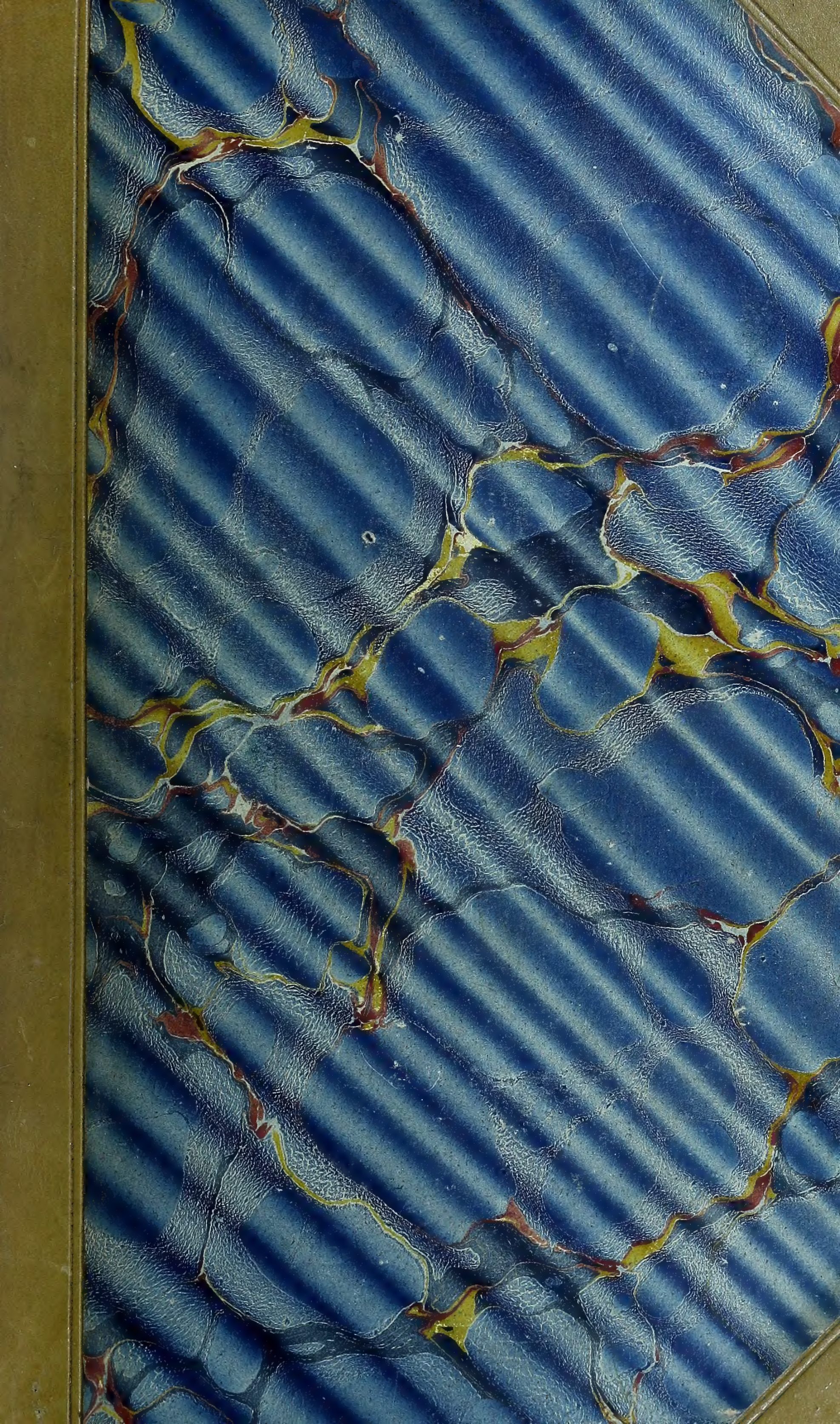


SHOUT
SHARE
IT

S.416.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

CINQUIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY BRANCH

CINQUIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT
L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

MM. AD. BRONGNIART ET J. DECAISNE

TOME XVI

PARIS
LIBRAIRIE DE G. MASSON
PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE
1872

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

BOTANIQUE

ÉTUDE
ANATOMIQUE, ORGANOGÉNIQUE ET PHYSIOLOGIQUE
SUR LES ALGUES D'EAU DOUCE
DE LA FAMILLE DES LÉMANÉACÉES

Par M. S. SIRODOT,
Doyen de la Faculté des sciences de Rennes.

Le genre *Lemanea*, établi en 1808 par Bory de Saint-Vincent pour supprimer une synonymie assez confuse, comprend des Algues d'eau douce aussi remarquables par leurs stations que par leur développement.

On ne rencontre, en effet, les *Lemanea* que dans les eaux battues, fortement aérées, soit dans les ruisseaux et les rivières, là où l'eau limpide coule sur un lit rocailleux à pente rapide, soit aux sauts, aux barrages des rivières où le courant acquiert, au moins en hiver et au printemps, l'impétuosité d'un torrent, soit enfin aux écluses des moulins.

Dans ces stations, les Lémanéacées se présentent sous la forme de touffes plus ou moins volumineuses de filaments simples ou ramifiés, dont la longueur, très-variable, peut s'étendre de 4 à 5 jusqu'à 40 centimètres. Quelques remarquables échantillons recueillis dans le département du Finistère, aux environs de Rosporden (*Herbier Degland*), et dans le ruisseau de la fontaine de la Touche-Guérin (Ille-et-Vilaine), atteignent ces dimensions exceptionnelles. Comme les termes extrêmes de ces variations dans la longueur s'observent fréquemment dans la même espèce (*Lemanea fluviatilis*, *Lemanea fucina*), l'importance des caractères spécifiques basés sur la longueur des filaments est singulièrement atténuée. Mon attention s'est arrêtée sur ces variations, j'espère en donner une explication satisfaisante.

L'observation précédente, qui s'adresse plus particulièrement à une publication récente, *Flora europæa Algarum aquæ dulcis et submarinæ*, de Rabenhorst, et au *Species Algarum* de Kützing, n'entraîne que par exception la radiation d'espèces admises par ces auteurs ; car, dans ce groupe, l'étude de l'organisation accessible à la loupe a été fort judicieusement exécutée. Toutefois j'ajouterai à ces déterminations spécifiques des caractères nouveaux qui préciseront les limites des espèces acquises et en imposeront de nouvelles.

Ce résultat n'est qu'accessoire dans cette étude, dont je vais faire connaître le point de départ. Les *Lemanea* sont des filaments creux, et c'est dans la cavité intérieure, qui paraît, au moins à certaine période du développement, occuper toute la longueur du filament, que se développent les corps reproducteurs, les spores, sous la forme de filaments moniliformes groupés en faisceaux et fixés sur la paroi intérieure du tube. Or, voici ce que dit Rabenhorst de ces corps reproducteurs, dans l'énumération des caractères généraux de la famille des Lémanéacées : « *Polysporæ numerosæ, moniliformes, fasciculatim* » *aggregatæ, nudæ, intra tubum strati medullaris ex apice* » *cellulæ sustentantis constrictione formatæ, sine fecundatione* » *germinantes.* »

Pour affirmer catégoriquement que chez des Algues d'une organisation aussi élevée, de dimensions aussi considérables, les organes reproducteurs, qu'il faut assimiler à des spores, germent sans fécondation, il fallait singulièrement compter sur l'exactitude des observations faites sur leur développement. L'observation fût-elle exacte, elle est du nombre de celles qui doivent provoquer le doute, ne fût-ce qu'en vue d'une vérification. Elle m'inspirait si peu de confiance, que c'est contre le

« *sine fecundatione germinantes* » que furent entreprises mes premières recherches sur les *Lemanea.*

De nombreuses coupes pratiquées sur des filaments en voie de développement ne tardèrent pas à me convaincre que les faisceaux de filaments sporifères ne prennent pas naissance au sommet de cellules constituant la couche la plus intérieure de la paroi, « *intra tubum strati medullaris ex apice cellulæ sustentantis constrictione formatæ* » (Rabenhorst, *loc. cit.;* — Kützing, *Tabulæ phycologicæ*, vol. VII, pl. 84, fig. 2, *d;* — Crouan frères, *Florule du Finistère*, pl. 9, fig. 64 ; — B. Wartmann, *Inaugural Dissertation*, pl. 3, fig. 13, Saint-Gall, 1854) ; mais qu'ils sont une dépendance d'organes intérieurs qui, jusqu'aujourd'hui, n'ont été qu'imparfaitement figurés et décrits. Il suffisait de multiplier les observations pour voir les premières cellules, ou les premiers rudiments des filaments sporifères, se produire par bourgeonnement sur un ramuscule articulé, dont la dernière cellule de forme cylindrique, très-allongée, transparente, presque hyaline, s'enfonce dans l'épaisseur de la paroi, pour venir, par son extrémité libre, faire saillie sur la face extérieure du filament.

Les observations que j'ai faites sur les variations de forme du trichogyne dans le genre *Batrachospermum*, variations dont l'importance sera mise en lumière dans une nouvelle monographie de ce genre, que je publierai prochainement, supprimaient toute hésitation sur le rôle physiologique de cette cellule caractéristique. L'analogie était évidente, j'avais reconnu le *trichogyne* chez les *Lemanea.*

Où se trouvaient les anthéridies ? — La position de l'extrémité du *trichogyne* faisant saillie au dehors, indiquait clairement que c'était à l'extérieur qu'il fallait les rechercher. Il n'y avait plus qu'une simple vérification à faire, car il était probable que les organes que les auteurs désignent sous le nom de *papilles*, avaient des relations intimes avec les anthéridies.

La connaissance des organes de la fécondation devait conduire à une conséquence aussi intéressante qu'inattendue. Ce que l'on a décrit jusqu'aujourd'hui sous le nom de *Lemanea* ne représente pas l'individu complet, mais seulement l'inflorescence, ou, si l'on ne veut pas appliquer cette expression à des Cryptogames, l'appareil fructifère. En effet, sur toute la longueur du tube les anthéridies, par leur position, délimitent des segments, généralement de même longueur (*bobines* de Vaillant, *Botanicon parisiense*), dans l'intérieur desquels l'appareil qui sert de point de départ au développement des spores, présente identiquement la même disposition. En d'autres termes, le *Lemanea*, sur toute sa longueur, n'est que la répétition de segments identiques, offrant à la fois, et toujours disposés de la même manière les organes mâles et les organes femelles. Or, voilà bien, si je ne me trompe, les caractères essentiels de l'inflorescence ou de l'appareil fructifère.

Dans cette manière de voir, on n'aurait décrit, fort imparfaitement d'ailleurs, que les organes de la fructification des Lémanéacées ; il restait donc à faire connaître les organes de la végétation, le *thalle proprement dit*.

Dans les espèces dont les filaments toruleux présentent des renflements régulièrement espacés, espèces primitivement comprises, pour la plupart, dans le *Lemanea torulosa* d'Agardh, l'observation du thalle est facile ; ses dimensions sont relativement très-notables, et on le trouve encore quand la fructification est déjà fort avancée. Toutefois il est indispensable d'en faire l'étude au moment où la fructification commence à paraître ; plus tard on rencontrerait des difficultés presque insurmontables pour saisir les rapports du thalle : 1° avec l'appareil fructifère ; 2° avec le tissu spécial sur lequel il prend naissance.

La difficulté est tout autre dans les espèces dont les filaments cylindriques présentent régulièrement espacés des verticilles d'éminences mamilliformes ou de nodosités, comme dans le *Lemanea fluviatilis* Ag., le *Lem. mamillosa* Kütz., le *Lem. fucina* Bory, et surtout le *Lemanea dichotoma* DC. : ici le thalle est extrêmement fugace, et si on ne l'observe pas au moment où la fructification commence à paraître, on n'en retrouve plus tard que des vestiges qui ne sauraient en donner une idée. La difficulté de l'observation tient surtout à ce fait, que ces espèces commencent à fructifier dès le mois de décembre, et que c'est pendant les temps les plus rigoureux de l'hiver qu'il faut aller fouiller les rivières, les barrages et les écluses pour récolter des échantillons satisfaisants.

Sur ces échantillons, on distingue sans peine que ce que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de *Lemanea* n'est primitivement qu'un rameau du thalle, que ce rameau émet de sa base des filaments radicellaires qui bientôt le fixent et le rendent indépendant.

Lorsque j'aurai dissipé tous les doutes que doit soulever l'énoncé des faits qui précèdent, on admettra facilement les conclusions qu'on peut formuler ainsi :

1° La vie annuelle des *Lemanea* se compose de deux périodes, l'une végétative, l'autre fructifère. Et comme conséquence :

2° L'espèce se compose en réalité de deux individus, l'un végétatif et l'autre fructifère.

Après avoir reconnu que, dans ce groupe, les filaments simples ou ramifiés, toruleux ou cylindriques, n'offrent sur toute leur longueur, quelle qu'en soit l'étendue, que la répétition de segments identiques délimités par les anthéridies, il devenait intéressant de rendre compte de cette disposition en se plaçant au point de vue organogénique.

Je puis montrer que chacun de ces segments dérive d'une cellule primitivement discoïdale, et j'ai lieu de croire que le lecteur ne suivra pas sans quelque intérêt les divers modes de divisions et les transformations qui ont fait de cette cellule un tube creux, avec un axe central en rapport avec la paroi intérieure par une sorte de ramification sur laquelle prendront naissance les organes femelles, et par conséquent aussi les faisceaux des filaments sporifères.

Comme les observations précédentes ont été faites sur neuf ou dix espèces, il devenait possible de saisir l'étendue des variations qui affectent, soit le thalle, soit l'appareil de la fructification. Or ces variations distribuent fort nettement les espèces qui me sont connues en deux séries comprenant, l'une les espèces toruleuses, l'autre les espèces cylindriques munies de verticilles d'éminences mamilliformes plus ou moins accusées. Ces deux séries, également importantes, ont le même droit à être élevées au rang de *genre*. J'aurai donc à proposer une classification nouvelle des Algues de la famille des Lémanéacées. Ce sera le lieu de faire connaître quelques types qui constituent, soit des espèces, soit des variétés nouvelles, et de présenter quelques considérations sur les modifications que subissent les *Lemanea* sous l'influence du milieu dans lequel ils se développent. Ces considérations seront de nature à rendre plus timorés les auteurs trop enclins à multiplier les espèces.

Je résume l'exposé général de l'objet de ce mémoire en le présentant sous la forme d'une table de matières.

Je ferai connaître ou je compléterai les connaissances acquises sur les points suivants, qui feront l'objet de cinq paragraphes :

§ 1er. Structure des *Lemanea.*

§ 2. Disposition et structure des organes de la fécondation et de la fructification.

§ 3. Organe de la végétation : *thalle.*

§ 4. Organogénie de l'appareil de la fructification.

§ 5. Définitions. Classification des Lémanéacées.

Ce serait ici le lieu de faire une revue générale des travaux antérieurs ; il m'a semblé qu'il serait plus facile au lecteur d'apprécier le mérite de chacun d'eux en en tenant compte dans le cours de la discussion de chacun des points que je viens d'indiquer. La publication qui se rapproche le plus de mes recherches est une dissertation inaugurale de B. Wartmann, publiée à Saint-Gall, 1854 ; ce n'est pas sans peine que j'ai pu me la procurer, et, lorsqu'elle m'est arrivée, ce travail était achevé. J'en ai modifié la rédaction pour éviter de me faire attribuer la découverte de faits observés antérieurement par des savants étrangers.

§ 1.

Structure des *Lemanea*.

Il ne serait pas possible de présenter une étude exacte et suffisamment complète de la structure des *Lemanea*, si l'on devait s'arrêter à des observations faites sur des coupes pratiquées dans une espèce unique. Cette remarque, qui suffirait à elle seule pour faire pressentir que le genre n'est pas homogène, m'oblige à donner quelques détails sur le choix des espèces dont les coupes ont été soumises à l'examen microscopique.

Après une simple inspection, à l'œil nu, ou aidé de la loupe, des caractères extérieurs, il sera toujours possible de distribuer les espèces en deux *groupes* ou deux *sections*. Dans l'une, on placera toutes celles dont les filaments ramifiés, plus rarement simples, sensiblement cylindriques sur une portion considérable de leur étendue, ou sétacés, présentent à des intervalles rapprochés des verticilles plus ou moins apparents d'éminences mamilliformes ou de nodosités. L'espèce sur laquelle ces caractères sont le mieux accusés est incontestablement le *Lemanea mamillosa* Kütz. (pl. I, fig. 7). On en rapprochera sans difficulté les espèces suivantes : *Lem. fluviatilis* Ag. (pl. I, fig. 7 *bis*), *Lem. fucina* Bory, *Lem. dichotoma* DC. Dans l'autre, se rangent les espèces dont les filaments simples, exceptionnellement ramifiés (fig. 6 *bis*), offrent sur toute leur étendue très-régulièrement espacés des renflements séparés par une région plus resserrée, et se présentent ainsi avec une apparence plus ou moins moniliforme : le *Lemanea torulosa* d'Agardh les comprenait pour la plupart ; mais, comme cette espèce a dû être scindée, je citerai plus spécialement les espèces suivantes : *Lem. catenata* Kütz. (pl. I, fig. 3), *Lem. nodosa* Kütz. (pl. I, fig. 6), *Lem. annulata* Kütz.

Cette distinction faite, il convenait de choisir pour l'étude, dans chacune des deux sections, l'espèce qui fût à la fois la mieux connue et la plus commune ; or, dans la première le

Lemanea fluviatilis, dans la seconde le *Lemanea catenata* ou le *Lemanea annulata*, remplissent l'une et l'autre de ces deux conditions.

Dans la section à laquelle appartient le *Lemanea fluviatilis*, la structure intérieure étant notablement plus simple que dans la seconde, je la présenterai enpremier lieu. J'aurai le double avantage de procéder du simple au composé, et de montrer nettement par quelles modifications la nature a passé du premier type au second.

1re SECTION. — *Structure du* Lemanea fluviatilis AG. — Vaucher (*Histoire des Conferves d'eau douce*) savait que les filaments de sa *Polysperme fluviatile* sont creusés intérieurement d'une cavité, mais personne n'a fait remarquer depuis : — que ce n'est que pendant une certaine période qu'elle s'étend d'une extrémité à l'autre ; — qu'une fois constituée, elle est d'abord remplie d'une sorte de gelée transparente qui ne tarde pas à disparaître ; — qu'à l'époque de la maturité des spores, elle est fréquemment interrompue par d'épais diaphragmes résultant de la constitution des faisceaux des filaments sporifères. Dans ce dernier état, d'importantes dispositions organiques internes sont tellement masquées, qu'il serait fort difficile d'en prendre une connaissance exacte. Pour les décrire, il faut les observer quand la cavité intérieure est encore libre, c'est-à-dire à l'époque où la fructification commence à se montrer sur la paroi intérieure. Je ne m'occuperai dans ce paragraphe que des détails de structure correspondant à cet état intermédiaire. L'état final sera étudié au § 2, et l'état primordial au § 4.

Après avoir reconnu un filament ou la région d'un filament dont la cavité est encore libre, on pratiquera sur une longueur comprenant deux ou trois verticilles d'éminences mamillaires, une coupe longitudinale passant par le tiers environ du diamètre, afin de ménager la région centrale; puis les deux portions résultant de la section seront placées sous le compresseur pour maintenir l'écartement des bords pendant l'observation. Dans ces conditions, on reconnaît sans peine que le filament est un tube creux dont le centre est occupé par un axe filiforme relié, de distance en distance, à des organes en rapport avec la paroi interne par quatre branches transversales disposées en croix. Il y a donc lieu d'examiner séparément : la structure de la paroi, et celle d'un organisme intérieur dont l'axe est la partie fondamentale.

La structure de la paroi du tube est bien connue ; elle a été figurée et décrite par plusieurs anatomistes, parmi lesquels je citerai Kützing (*loc. cit.*), les frères Crouan, de Brest (*loc. cit.*), Rabenhorst (*loc. cit.*), B. Wartmann (*Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Algengattung Lemanea*, St-Gallen, 1854), mais les figures qu'ils en ont données et qui représentent des coupes idéales et souvent incomplètes ne m'ont pas paru suffisantes pour représenter les caractères essentiels des cellules des différentes couches. J'ai cru devoir figurer la projection des éléments visibles sur une coupe très-mince (pl. III, fig. 21, 22 et 23). Il m'a semblé que c'était le meilleur moyen de faire reconnaître au premier coup d'œil, dans la paroi, trois couches distinctes, l'une extérieure ou *corticale*, une autre intérieure ou *médullaire*, et enfin une troisième *intermédiaire* ou *moyenne.*

La couche interne de la paroi observée avec un instrument binoculaire, donnant le relief, se présente avec une forme régulièrement mamelonnée ; cet aspect résulte de ce que les cellules de la couche *médullaire*, très-grosses, lâchement unies entre elles, libres par la plus grande partie de leur surface, apparaissent avec la forme sphérique. Ces cellules, très-pâles, presque incolores, ne laissent voir dans leur contenu que de rares granulations appliquées par petits groupes sur l'enveloppe. Parfois ces petits groupes de granules reliés entre eux par un petit trait donnent à ces cellules un aspect réticulé. Dans la composition de la couche externe ou corticale entrent au contraire des cellules petites, prismatiques, très-intimement unies entre elles, remplies d'un endochrome d'une teinte violacée très-sombre (dans l'espèce), passant au noir après dessiccation. Dans la couche moyenne, les cellules, variables de grandeur, sont polyédriques, disposées sur un, plus rarement sur deux rangs, assez lâchement unies; par la faible proportion de matière colorante qu'elles contiennent, elles se rapprochent de celles de la couche médullaire, et de leur réunion résulte la substance fondamentale de la paroi. Aux points correspondant aux éminences mamillaires, la structure de la paroi est modifiée dans la région externe, mais ces éminences se trouvant en relation intime avec les anthéridies, je renvoie au paragraphe suivant l'étude de leur organisation.

La disposition de l'organisme occupant l'intérieur de la cavité est à peine connue, cependant son importance est du premier ordre, puisque l'un des organes de la fécondation, l'organe femelle, en est, par son origine, une dépendance immédiate.

L'axe central, peut-être entrevu par Vaucher et par Vaillant, a été figuré dans la *Florule du Finistère* (pl. IX, fig. 64) des frères Crouan. Dans la même figure sont également représentés les rayons disposés en croix, et chacun de ces rayons, formé d'une cellule cylindrique, serait articulé, d'une part avec l'axe central, et d'autre part avec l'une des grosses cellules de la couche médullaire, ce qui est une erreur. B. Wartmann aurait figuré et décrit exactement l'organisme interne, s'il n'avait commis une autre erreur, en prenant pour une variété du *Lem. fluviatilis* un type qui appartient à la section du *Lem. torulosa*, et très-probablement au *Lem. annulata*. L'erreur est insignifiante quand il s'agit de la structure de la paroi, mais il n'en est plus de même, comme on en pourra bientôt juger, pour la disposition de l'organisation intérieure en rapport avec l'axe. Mais dans la planche II, fig. 2 et 3, il représente une forme différente de celle qu'il attribue au *Lem. fluviatilis*. Celle-ci a la plus grande analogie avec ce qui existe réellement : elle a été prise dans une espèce qui, n'étant pas déterminée spécifiquement pour l'auteur, ne peut l'être davantage pour moi ; toutefois je puis assurer qu'elle serait comprise dans la section à laquelle appartient le *Lem. fluviatilis*.

L'axe central *bac* (pl. III, fig. 21) est articulé; il est constitué par de longues cellules cylindriques dont la longueur est précisément celle de l'espace compris entre deux verticilles d'éminences mamillaires. On pourra s'en assurer sur la coupe soumise à l'observation ; on comptera sur l'axe autant de cellules qu'il y a extérieurement de verticilles. A l'articulation, la cellule inférieure est légèrement renflée et la supérieure légèrement atténuée. C'est un peu au-dessous de cette articulation (a) que naissent les quatre branches transversales disposées en croix. Chacune de ces branches est bien constituée par une cellule unique, mais cette cellule, arrivée à la paroi interne, au lieu de se fixer sur une grosse cellule correspondante de la couche médullaire, se bifurque et donne deux branches, l'une ascendante et l'autre descendante. Chacun des bras de la croix est en réalité une cellule étoilée à trois branches (d, d', d^1) dont deux prennent en haut et en bas une direction longitudinale parallèle à la couche médullaire. Ces branches pariétales d', d_1, de la cellule étoilée, représentent la région moyenne d'un tube articulé (d' d_1 e f) parallèle à la paroi interne, et que je désignerai sous le nom de *tube latéral*. Ce tube latéral n'est pas indépendant de la couche médullaire, chacune de ses longues cellules (d', d_1, e, f), y compris la cellule étoilée, est articulée avec deux cellules disposées par couple (g', g), à droite et à gauche, ordinairement modifiées dans leur forme, et appartenant à cette couche médullaire.

Chaque branche de la croix donnant ainsi naissance à un tube latéral, il y aurait quatre *tubes latéraux*. Il en est bien ainsi dans la région des branches transversales de la croix, mais à une certaine distance, on en rencontre ordinairement six, parce que deux des tubes latéraux se bifurquent, en suivant une alternance remarquable : dans la moitié supérieure de l'intervalle, c'est-à-dire au-dessus de la ramification cruciforme, les tubes latéraux restent très-fréquemment simples. La bifurcation apparaissant à des hauteurs variables, une coupe transverse peut, suivant sa position, donner quatre, cinq ou six tubes latéraux.

Maintenant quelle est la position de la ramification cruciforme? — et quelles sont les limites des *tubes latéraux*? — La ramification de l'axe correspond très-exactement au milieu de l'intervalle compris entre deux verticilles d'éminences mamillaires, et les tubes latéraux s'arrêtent justement à la hauteur de ces mêmes verticilles. Au niveau de chaque verticille se terminent dix à douze tubes latéraux, six pour l'intervalle supérieur, quatre à six pour l'inférieur.

La disposition organique que je viens de faire connaître se répète pour chacun des intervalles compris entre deux verticilles d'éminences ; j'en conclus que le filament tout entier est constitué par des tronçons identiques limités par ces verticilles. Dans le § 4, je montrerai comment chacun de ces tronçons dérive d'une cellule primordiale unique.

2^e Section. — *Structure du* Lemanea catenata Kütz. — Les connaissances acquises sur la structure des *Lemanea* appartenant à la seconde section sont encore moins avancées que pour le type précédent. La *Florule du Finistère* ne comprend aucune espèce appartenant à cette seconde section, et les figures insérées dans les *Tabulæ phycologicæ* de Kütz., vol. VII, pl. 87, fig. 1 et 2, ne représentent que des fragments de coupes transversales de la paroi limitant la cavité intérieure. Ces figures schématiques ne sont pas irréprochables, mais le peu d'importance des organes qu'elles représentent les met à l'abri de la critique. Seul, B. Wartmann a représenté (*loc. cit.*) les dispositions caractéristiques de ce groupe, mais comme appartenant au *Lem. fluviatilis*. Cette confusion est regrettable, car Rabenhorst, qui cite Wartmann, eût certainement reconnu les raisons du peu d'homogénéité du genre.

Les observations que j'ai présentées relativement à l'état primitif et final de la cavité centrale des filaments du *Lem. fluviatilis* s'appliquent exactement au *Lem. catenata ;* toutefois il est indispensable de faire remarquer que l'occlusion, aux régions étranglées, se fera beaucoup plus tôt ici, en raison du développement d'éléments nouveaux. De là résulte une condition particulière à remplir dans le choix de la portion du filament sur laquelle sera faite, comme pour le type précédent, une section longitudinale dont les deux parties seront placées sous le compresseur. Cette section longitudinale, passant au tiers environ de la longueur du diamètre dans les étranglements, devra montrer très-distinctement l'axe et la ramification cruciforme recouverte, en partie seulement, par les filaments articulés qui contournent l'axe, comme cela est indiqué à la planche IV, fig. 26 *bis*. La préparation précédente sera réservée pour l'étude de la disposition organique occupant l'intérieur de la cavité, parce que les différentes couches de la paroi n'y sont pas encore complètes. Si l'on voulait vérifier que, comme dans la première section, elle est constituée par trois couches distinctes, on ferait une section transversale mince sur un tube plus avancé en âge et en organisation, et alors on reconnaîtrait les couches *médullaire*, *moyenne* et *corticale*, avec tous les caractères précédemment indiqués.

Je reviens à la section longitudinale dont la figure 26 *bis*, planche IV, représente l'une des dispositions les plus importantes.

L'axe articulé est formé de longues cellules cylindriques placées bout à bout, inégalement renflées à l'articulation, en nombre égal aux parties renflées ou étranglées du filament général. La ramification cruciforme naissant un peu au-dessous de l'articulation présente une complication qui établit une ligne de démarcation très-nette entre cette section et la première. Chacune des branches (c, c', c'') de la croix est formée par une cellule cylindrique dont l'extrémité périphérique, distante de la paroi intérieure, s'y trouve ordinairement rattachée par une cellule longuement piriforme (P, fig. 26 *bis* et fig. 27) faisant partie de la couche médullaire. A cette extrémité périphérique de chaque branche de la croix (c, fig. 27) s'implantent trois ou quatre tubes articulés (l, l', l'', l'''), un ou deux ascendants (l, l') et deux descendants (l'', l'''), maintenus parallèlement à la paroi par des cellules piriformes ordinairement disposées par couple (s, s', fig. 29) ou ternées (s, s', s'', fig. 28) pour chacune des cellules cylindriques constituant ces tubes articulés. On reconnaît dans ces tubes articulés ce que j'ai appelé précédemment *tubes latéraux*. Comme pour chacune des branches de la croix, il y en a généralement deux ascendants et deux descendants il enrésulte que toute section transversale (fig. 31) devrait en représenter au moins huit.

Toutefois si la coupe (fig. 30, pl. IV) passe immédiatement au-dessus de la ramification cruciforme, elle n'indiquera le plus souvent que *six* tubes latéraux. L'examen de la figure 38 (pl. V) rend compte de cette différence : l'un des bras (*c*) de la croix a produit quatre tubes latéraux (*l*, *l'*, *l''*, *l'''*), et le bras opposé (*c'*) coupé offrait une disposition analogue ; mais à l'extrémité du bras *c* il n'y en a plus que trois, un ascendant (*l*) et deux descendants (*l'*, *l''*). Le même fait se reproduit ordinairement à l'extrémité du bras opposé (*c'*). Dans cette figure, le bras *c'* n'est articulé qu'avec deux tubes latéraux l'un (*l*) ascendant, l'autre (*l'*) descendant : ce dernier cas est tout à fait exceptionnel. Le plus ordinairement quatre tubes latéraux, deux ascendants et deux descendants, s'articulent à l'extrémité de deux bras opposés de la croix ; mais, à l'extrémité des deux autres, il n'y en a que trois, l'un ascendant et deux descendants. Donc, dans chaque segment, toute section transversale passant au-dessous de la ramification cruciforme donne *huit* tubes latéraux, tandis qu'une section immédiatement supérieure n'en donne que *six;* mais le nombre normal *huit* reparaît souvent à la suite de bifurcations. A une certaine distance de la ramification cruciforme, les *tubes latéraux* deviennent fréquemment plus nombreux ; il peut y en avoir jusqu'à neuf, par suite de nouvelles bifurcations de quelques-uns d'entre eux.

Dans cette section le nombre des tubes latéraux varie donc de six à neuf, tandis que dans le *Lem. fluviatilis* cette variation est de quatre à six ; mais, dans la région moyenne de chaque segment, le nombre normal est *quatre* pour la première section, *six-huit* pour la seconde.

Quelle est la position de la ramification cruciforme? Où se terminent les tubes latéraux ? — La ramification cruciforme de l'axe correspond au maximum d'étranglement dans la région moyenne de chaque segment ; — les extrémités des tubes latéraux coïncident avec les extrémités des segments dans la région moyenne de chaque renflement.

Dans la section du *Lem. fluviatilis*, l'axe est toujours *nu ;* dans le *Lem. catenata* et toute sa section, il est toujours *entouré* *d'un nombre considérable de filaments ramifiés qui le contournent en spirale.* Ces filaments, ordinairement descendants (d, a'', d'', fig. 26 *bis*), naissent de la face inférieure des bras de la croix, dont ils ne sont qu'une ramification. Chacun des bras ne produit qu'un seul de ces filaments, mais ils sont susceptibles de se bifurquer un certain nombre de fois : la figure 26 *bis* indique (m, m') la ramification de filaments (n, n, n, n,) issus des branches de la croix située immédiatement au-dessus de celle représentée dans la figure. Ces filaments, dont l'accroissement en nombre comme en longueur est rapide, ne tarderont pas à former autour de l'axe un faisceau assez compacte pour qu'il soit fort difficile de saisir les connexions, — de l'axe avec la ramification cruciforme, — de cette ramification avec les tubes latéraux. Toutes ces connexions sont au contraire très-nettement indiquées dans la représentation de la projection d'une tranche mince comprenant la ramification cruciforme, si, comme dans la figure 30, elle a été prise dans une région assez jeune pour que les filaments axillaires ne soient que peu ou point développés. Chez le *Lemanea parvula* (fig. 38, pl. V) les filaments axillaires naissent sur la face supérieure des bras de la croix et sont ascendants, disposition qui fait exception dans le groupe.

D'autres filaments articulés, de tout point semblables aux filaments axillaires, prennent naissance sur la paroi interne, non pas sur des cellules quelconques de la couche médullaire, mais sur les cellules piriformes qui rattachent les tubes latéraux à cette couche : dans la figure 28, on voit naître en f, sur la cellule piriforme s', l'un des filaments de cet ordre. Ces nouveaux éléments de la structure interne, tantôt s'entremêlent aux filaments axillaires, tantôt suivent un trajet irrégulier. Quelques raisons que j'exposerai dans le paragraphe suivant m'autorisent à croire que ces filaments représentent des organes essentiels modifiés et qu'ils peuvent être assimilés à des *paraphyses*.

Avant de terminer ce paragraphe, je voudrais, en m'appuyant sur quelques-unes des données anatomiques précédentes, rendre compte de la forme cylindrique des espèces comprises dans la première section, de la forme toruleuse de celles réunies dans la seconde. Dans le *Lem. fluviatilis*, chacun des bras de la croix n'est que l'une des branches d'une cellule étoilée rattachée par un seul point à la paroi intérieure du tube. Or cette disposition ne peut gêner en aucune façon l'accroissement en diamètre du tube à la hauteur de la croix; n'est-il pas facile, en effet, de comprendre que pendant le développement, l'une des branches de la cellule étoilée, le rayon de la croix, peut toujours s'allonger aux dépens des deux autres.

Les choses se passent tout autrement chez le *Lem. catenata*. Chacun des rayons de la croix est une cellule cylindrique limitée dans son développement, parce qu'elle sert de base à quatre autres cellules cylindriques, parties intégrantes des tubes latéraux. Chacune des quatre cellules appartenant aux tubes latéraux est fixée à la couche médullaire par un point, et l'extrémité des bras de la croix y prend elle-même un autre point d'appui; d'où, médiatement ou immédiatement, *cinq* points d'attache à la paroi pour chaque rayon, *vingt* pour les quatre (ou au moins *dix-huit*, en tenant compte des deux extrémités opposées sur lesquelles ne s'articulent que trois tubes latéraux). La ramification cruciforme, aussi fortement fixée à la paroi, se trouvant arrêtée dans son extension, exercera sur cette région de la paroi du tube une traction dont l'effet immédiat sera de gêner l'accroissement en diamètre. Mais y a-t-il réellement une traction ainsi exercée? — Incontestablement; la disposition longuement piriforme des cellules de la couche médullaire qui relient la ramification cruciforme à la paroi intérieure me paraît en donner une preuve assez convaincante.

§ 2.

Disposition et structure des organes de la fécondation et de la fructification.

Au mois de mai 1870, je publiais dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* une note faisant connaître l'existence et les dispositions essentielles des organes de la fécondation dans la famille des Lémanéacées : au point de vue physiologique, cette note n'était pas sans importance, puisque dans une publication très-récente, M. Rabenhorst affirmait (*loc. cit.*) que les spores de ces Algues germent sans fécondation.

Cette erreur est une preuve irrécusable qu'il n'avait point fait une étude sérieuse de la structure anatomique des *Lemanea ;* cette étude eût mis en lumière, avec les *tubes latéraux*, leurs relations avec les faisceaux de filaments sporifères : de là à la découverte du *trichogyne*, il n'y avait plus qu'un pas à faire, d'autant plus que l'attention des anatomistes descripteurs s'était arrêtée sur des organes qui sont en relation intime avec les anthéridies.

1^re^ SECTION. — Ils avaient remarqué, en effet, qu'au sommet des éminences mamillaires, plus ou moins accusées sur les espèces de la première section, il existe un tissu qui, par la finesse de ses éléments, se distingue nettement de celui de la couche corticale. Peut-être avaient-ils aussi observé un enduit muqueux sur cette surface, car ils avaient désigné ces éminences sous le nom de *papilles*. Si l'examen eût été plus attentif, ils eussent figuré et décrit les anthéridies.

Pour atteindre ce résultat, il ne suffit pas de faire des coupes à travers les papilles les plus remarquables par leur volume, lorsque les filaments sont arrivés près du terme de leur développement, car alors il ne reste plus de trace des anthéridies tombées ; il est indispensable de les rechercher sur des filaments jeunes, de choisir pour l'étude les papilles qui se font remarquer par un enduit visqueux, granulé et une couronne de cils d'une grande ténuité. C'est dans ces conditions qu'a été faite, dans les papilles ou éminences mamillaires du *Lem. fluviatilis*, la coupe représentée par la figure 63 (pl. VII).

Cette coupe, comprenant toute la paroi, offre en *m* les grandes cellules pâles de la couche médullaire et moyenne ; en *c*, une couche à deux rangs de cellules qui, par leur dimension et leur contenu riche en endochrome, paraissent avoir les caractères des cellules de la couche corticale, mais se rattachent à la couche moyenne modifiée; enfin en *d*, une couche de cellules cylindriques, pâles, libres latéralement, bien que serrées les unes contre les autres, mais d'une observation délicate en raison de leur pâleur et de la petite dimension de leur diamètre transversal : un grossissement de 400 diamètres est indispensable pour en faire une première étude. Au sommet de chacune des cellules cylindriques s'articule une autre petite cellule allongée (*a*) (parfois deux), un peu atténuée à la base, pâle, très-finement granulée, contenant l'anthéridie. A l'époque de l'anthèse, l'anthéridie s'échappe par le sommet, et il reste un sac vide (*h*) dont l'épaisseur des parois est inappréciable. Les cellules *a* sont donc des *sacs anthéridifères.*

Sur les cellules cylindriques s'articulent également des poils *f* très-ténus, que j'ai désignés sous le nom de *cils ;* ces organes sont, à n'en pas douter, des sacs anthéridifères stériles. Leur nombre paraît être en raison inverse de celui des sacs fertiles ; quand les cils augmentent, les sacs anthéridifères diminuent, et inversement. Certaines papilles ne portent plus que des cils ; enfin cette circonstance devient le cas général sur les filaments tardivement développés, en avril et mai. Chez le *Lem. fluviatilis* et les autres espèces de la première section, l'époque de l'anthèse, commencée dans le mois de janvier, se continue en février et mars. Il ne faudrait pas cependant attendre aux derniers jours de cette longue période pour faire des vérifications, car la dégénérescence des anthéridies en filaments stériles masquerait l'observation des phénomènes essentiels.

Il ne sera pas inutile de faire remarquer : — que les papilles sur lesquelles se développent les sacs anthéridifères ne se présentent pas toujours sous la forme d'éminences mamillaires ; — qu'alors le secours de la loupe n'est plus suffisant pour les découvrir ; qu'il faut recourir au microscope. J'ai représenté (pl. VIII, fig. 81 à 88) la disposition des surfaces anthéridifères sur les espèces et les principales variétés de la section récoltées dans le département ; toutes ces figures sont parfaitement comparables, parce qu'elles reproduisent, *à l'époque de l'anthèse*, des portions de filaments normalement développés. Les *émi-*

nences mamillaires, *papilles* ou *nodosités*, correspondent, primitivement, à ces surfaces anthéridifères, dont elles représentent le tissu fondamental accru dans des proportions variables suivant les espèces ou les variétés.

Avant de faire connaître la disposition des organes femelles chez le *Lem. fluviatilis*, il importe de bien se rappeler la structure intérieure du tube, dans la région comprise entre deux verticilles successifs d'éminences ou de papilles.

On a vu : — que la cellule correspondante de l'axe émet vers le milieu de ce tronçon une ramification cruciforme, dont les branches s'étendent le long de la paroi, pour former les tubes latéraux ; — que ces tubes s'étendent en haut et en bas jusqu'au verticille ; — qu'enfin chaque cellule cylindrique de ces tubes latéraux est liée à un couple de cellules plus ou moins modifiées de la couche médullaire. Or, c'est sur la face pariétale de ces tubes latéraux, et, exceptionnellement, sur les cellules qui les relient à la paroi, que sont fixés des ramuscules très-courts, s'enfonçant directement dans l'épaisseur de la paroi correspondante pour faire saillie au dehors par l'extrémité d'une cellule spéciale presque transparente, le *trichogyne*. Je propose de désigner ces ramuscules sous le nom de *rameaux gynégènes*. On les rechercherа sur des coupes longitudinales pratiquées sur une région où les anthéridies commencent à devenir libres. Ce choix fait, on n'a plus d'autre guide que sa bonne étoile pour arriver à une coupe heureuse. Les figures 21 et 23 (pl. III) représentent deux de ces coupes.

Dans la figure 21, *ht* et *h't'* sont deux *rameaux gynégènes* nés côte à côte sur la longue cellule *e* d'un tube latéral ; ils sont en partie recouverts par les grosses cellules de la couche médullaire. Le rameau *ht* est articulé sur *e* par une cellule unique *h*, le rameau *h't'* par deux cellules *h'* servant de base à une troisième. Les rameaux coniques, composés de quatre ou cinq cellules, pénètrent dans la paroi correspondante, et la dernière, *t*,*t'*, qui sera le *trichogyne*, est encore tout entière engagée dans les méats intercellulaires de la couche moyenne.

Dans la figure 23, le *rameau gynégène* est complet ; le trichogyne sorti de la couche corticale offre une assez forte expansion latérale sous forme de lobe *k*. Ce rameau s'est exceptionnellement développé sur la cellule *d* rattachant le tube latéral à la paroi intérieure ; il s'y articule par deux cellules, dont l'une, *h*, seulement est visible ; elles servent de base à la cellule *s*, disposition déjà rencontrée en $h't'$ (fig. 21). Si courts que soient ces rameaux, si engagés qu'ils soient dans la paroi, on les distingue par le contenu de leurs cellules ; elles renferment, avec des granulations floconneuses, des gouttelettes d'une substance fluide.

Je crois devoir prévenir une objection du lecteur, qui pourrait se demander comment il se fait que le *rameau gynégène* se fraye un passage à travers la paroi pour venir faire saillie au dehors par l'extrémité de la cellule terminale, le *trichogyne*. A cela je répondrai que : — le développement de ce rameau coïncide avec le développement de la paroi ; — que les grosses cellules de la couche médullaire, lâchement unies, laissent entre elles de véritables méats intercellulaires ; — qu'alors la couche corticale n'est pas encore complète, et qu'enfin à cet état transitoire les cellules de la couche moyenne, et les premières cellules de la couche corticale, sont unies par une substance muqueuse qu'il faut considérer comme une sécrétion de la membrane-enveloppe des cellules. Dans ces conditions, une légère pression suffit pour écarter les cellules que rencontre l'extrémité du *rameau gynégène*. Dans cette explication, le fait essentiel est la coïncidence du développement de l'organe femelle avec celui de la paroi. S'il restait quelque doute à cet égard, il serait dissipé par l'examen de la figure 24, représentant une coupe longitudinale dans une partie très-jeune du *Lem. ciliata*, et surtout par des circonstances organogéniques développées plus loin.

Dans cette coupe (fig. 24), les éléments *a*, *b*, *c*, *d*, du tube latéral, ceux de la couche médullaire, sont représentés, quant au nombre, mais non quant à la forme définitive. La couche moyenne n'est qu'ébauchée, la couche corticale n'existe pas encore, et déjà des rameaux gynégènes, *st* composé de quatre cellules, $s't'$ composé de trois seulement, sont au complet.

2^e SECTION. — Dans la seconde section, où les filaments toruleux offrent des renflements réguliers et régulièrement espacés, les anthéridies se développent sur la région moyenne du renflement (pl. VIII, fig. 76, 77, 78, 79, 80). La surface qu'elles recouvrent varie d'une espèce à une autre. Les plus remarquables sous ce rapport sont : le *Lem. annulata* (fig. 78), le *Lem. nodosa* (fig. 79), et sa variété *incurvata* (fig. 80), où elle se présente sous forme d'une large bande, bien visible à l'œil nu à l'*époque de l'anthèse*, en raison de sa teinte moins foncée. Chez le *Lem. catenata* (fig. 76), la bande est étroite, irrégulière et fréquemment interrompue. Elle est plus irrégulière encore dans le *Lem. torulosa* (S. S, fig. 77).

Le tissu papillaire du substratum des anthéridies avait été bien vu chez le *Lemanea annulata* — « *papillis annuliformi-confluentibus* » (Rabenhorst, *loc. cit.*), mais il n'en était plus de même chez le *Lem. catenata*, dont les papilles paraissaient atrophiées, « *papillis obliteratis.* » (*ibid.*).

Quelle que soit l'étendue de l'espace superficiel occupé par les anthéridies, la structure reste la même. La figure 34 (pl. IV) donne une coupe de la paroi correspondante chez le *Lem. catenata;* cette coupe ne diffère en rien d'essentiel de celle qui a été donnée pour le *Lem. fluviatilis :* *a*, *a*,..., *a*, sont des sacs anthéridifères surmontant des cellules cylindriques libres par leurs parois latérales ; *u*, *u*, des sacs vides ; *s*, une anthéridie au moment de la déhiscence du sac anthéridifère. Le succès d'une coupe suffisamment mince dans la région de ces anthéridies est essentiellement subordonné au bon choix des filaments sur lesquels on l'exécute. Les filaments jeunes, à croissance rapide, ordinairement les plus vigoureux dans les touffes recueillies en février, mars et avril, se prêtent le mieux à cette opération. Dans cette section, à la surface anthéridifère correspond généralement une légère dépression qui sera comblée après la chute des anthéridies par l'accroissement du tissu basilaire ; parfois cette dépression plus ou moins régulièrement annulaire est assez prononcée pour donner au filament un aspect articulé. Ce n'est qu'exceptionnellement que le tissu basilaire hypertrophié fait saillie sur la couche corticale : je possède quelques remarquables échantillons du *Lem. annulata*, chez lesquels ce tissu s'est élevé sous forme de bourrelet annulaire.

Dans ce groupe, l'étude des *rameaux gynégènes* est beaucoup moins laborieuse que dans le premier : là les tubes latéraux immédiatement appliqués contre la paroi intérieure, dont ils suivent les ondulations, ne permettent l'observation du rameau que sur des coupes qui laissent peu à désirer ; ici, au contraire, même sur des préparations médiocres, on en apercevra facilement la base, parce que les tubes latéraux sont à une certaine distance de la paroi, surtout dans la région de la ramification cruciforme, c'est-à-dire vers le milieu de l'étranglement. Dans ces circonstances, le *rameau gynégène* (*ht*, fig. 27 et 29, pl. IV) atteint une certaine longueur qui en rendrait l'observation plus facile, s'il n'était promptement recouvert par les filaments sporifères qui se développent à la base du trichogyne. Chez le *Lem. catenata* (fig. 27 et 29), l'extrémité libre du trichogyne, courte, capitée, présente généralement un, deux ou trois lobes divergents. Cette extrémité simple, droite ou infléchie, est assez longuement saillante chez le *Lem. parvula* (fig. 39, pl. V), et alors il est assez facile de la distinguer en soumettant le filament entier à l'observation microscopique.

Je ne sais si je me trompe, mais il me semble qu'on peut signaler une analogie frappante entre les *tubes latéraux* et les placentas de l'ovaire des Phanérogames. Les *rameaux gynégènes* sont fixés sur les premiers de la même manière que les ovules sur les seconds. Les *tubes latéraux* pourraient donc encore être désignés par l'expression de *tubes placentaires*.

Fécondation. — Les phénomènes de la fécondation s'accomplissent avec une grande régularité, puisque la cavité de filaments bien développés est remplie de faisceaux de filaments sporifères. Néanmoins l'observation des rapports des anthéridies avec les trichogynes (pl. IV, fig. 27) ne sera tentée avec succès qu'à certaines conditions imposées par la délicatesse de ces organes. A l'époque de l'anthèse, les *Lemanea* s'altèrent trèsrapidement s'ils restent exposés à l'air libre, ou s'ils sont conservés dans de l'eau qui n'aurait pas été fréquemment aérée ou renouvelée ; dans ce dernier cas, ils prennent une teinte violacée qui doit les faire rejeter. J'ai réussi à conserver des échantillons intacts, en détachant de petites touffes avec l'empatement basilaire, et en les plaçant pour le transport, soit dans des flacons hermétiquement fermés dont l'air sera toujours saturé d'humidité, soit dans des flacons à moitié remplis d'eau dont l'aération sera maintenue par le mouvement.

Il semblerait que la rapidité du courant dans la station ordinaire des *Lemanea* dût entraîner les anthéridies devenues libres, et les empêcher de se fixer sur le trichogyne. C'est ici qu'apparaît le rôle de la substance mucilagineuse qui enveloppe le sommet des papilles ou de la région papillaire, elle adhère fortement aux filaments et sert de véhicule aux anthéridies dans le mouvement de translation jusqu'au trichogyne, sur lequel elles se fixent en nombre plus ou moins considérable ; il en est parfois littéralement couvert.

Avant la fixation des anthéridies, le trichogyne, transparent, hyalin, se présente avec tous les caractères d'une parfaite homogénéité. Après cette fixation, il se trouble, et prend un aspect légèrement floconneux ou granulé, et il semble qu'une portion du contenu de l'anthéridie soit passée dans l'extrémité du trichogyne. La ténuité des organes et les difficultés de l'observation ne me permettent pas d'insister ici sur la nature des phénomènes essentiels de la fécondation, mais je comblerai cette lacune dans un prochain mémoire sur le genre *Batrachospermum*. Après la fécondation, la partie extérieure du trichogyne ne tarde pas à disparaître à la suite du développement de l'enveloppe corticale ; il ne reste plus de traces de la position qu'il a occupée.

Fructification. — C'est dans l'intérieur du tube creux que se passent les phénomènes ultérieurs de la fructification ; pour en faire une étude complète, il est indispensable de les suivre dans chacune des deux sections.

1^re^ Section. — On se rappelle que dans la section à laquelle appartiennent les *Lem. fluviatilis* et *Lem. ciliata*, les tubes latéraux jouant le rôle de *filaments placentaires* sont immédiatement appliqués contre les parois intérieures, dont ils suivent ordinairement les ondulations, et que le rameau gynégène très-court ne se compose que de quatre ou cinq cellules au plus. A la suite des phénomènes de la fécondation, la cellule qui sert de base au trichogyne ne tarde pas à produire sur sa surface libre plusieurs tubercules, le plus souvent au nombre de quatre ; ces tubercules sont les premiers rudiments des faisceaux de filaments moniliformes, dont les articles détachés représenteront autant de spores libres. Chacun des bourgeons devient une cellule cylindrique bientôt divisée en deux par une cloison transversale ; quand la seconde a atteint toutes ses dimensions, elle se divise comme la première transversalement, et le tube continue son allongement par la division transversale de la dernière cellule. Le filament ne reste pas longtemps simple, il se charge de très-nombreuses ramifications résultant d'un bourgeonnement à l'extrémité supérieure des premières cellules (pl. III, fig. 22). Ces rameaux primaires produisent tous des ramifications secondaires résultant également d'un bourgeonnement (pl. III, fig. 25); et de ces ramifications successives résultera pour chaque bourgeon primitif une arborisation assez complexe (pl. VI, fig. 48). Dans la figure 48, la ramification est complète, mais les derniers rameaux continuent à s'allonger par la division transversale de la dernière cellule. Lorsque la fructification est arrivée au terme de son développement, il est à peu près impossible d'en isoler le faisceau correspondant à une cellule primitive; on n'en sépare plus que des fragments (fig. 47), parce que toute cette ramification est *empâtée dans une substance mucilagineuse* dont la consistance s'accroît progressivement.

Observe-t-on, après l'avoir isolé avec soin, un fragment d'un faisceau de filaments sporifères, on voit fréquemment une série de cellules se mettre en mouvement après s'être brusquement détachée du groupe. Qu'alors on se reporte au point de départ de cette série de cellules, on y trouvera une gaîne d'une substance transparente parfaitement homogène, dont la cavité intérieure était exactement remplie par la série des cellules qui se sont déplacées. Des jeux de lumière permettront de distinguer plus nettement cette gaîne, et alors il suffit de la chercher sur d'autres points de la préparation pour la trouver dans son état normal, renfermant encore la série de cellules (pl. VI, fig. 49, *ab*, *cd*).

Cette gaîne enveloppe étroitement le rameau sans y être adhérente, car une légère pression exercée sur la lame couvre-objet suffit pour la rompre à l'extrémité, et déterminer le départ du contenu. Si sur la plupart des ramifications de la figure 49 cette gaîne a disparu, c'est qu'elle a été rompue par les aiguilles en préparant le groupe.

Cette gaîne n'est pas autre chose que le produit d'une sécrétion effectuée par la membrane-enveloppe des cellules ; d'abord molle et semi-fluide, elle prend peu à peu de la consistance, et, à la maturité, non-seulement elle maintient les cellules en place, mais elle fixe les groupes entiers à l'axe, aux tubes latéraux et aux parois du tube. Que plusieurs groupes naissent à la même hauteur, ils s'attachent les uns aux autres, et il en résulte une véritable occlusion de la cavité intérieure. Ainsi s'explique la difficulté que l'on rencontre, lorsque ayant détaché tout un groupe de filaments sporifères de la paroi, on cherche à le transporter hors de la cavité du tube pour en rendre plus nette l'observation microscopique.

Les cellules des filaments que je viens de décrire ont d'abord la forme de barillets, mais l'étranglement au point d'articulation devient de plus en plus prononcé, et, lorsqu'à la maturité elles se séparent pour devenir des spores libres (fig. 51), elles ont pris la forme sphérique ou ellipsoïdale.

Toutefois toutes les cellules du groupe ne prennent pas cette forme ultime ; toutes celles qui servent en quelque sorte de base à la ramification restent cylindriques, plus ou moins allongées ; il faut en conclure que, dans ces arborisations complexes, il n'y a que les derniers rameaux nettement moniliformes (fig. 47, 48, 49), dont les cellules désarticulées deviendront des *spores*.

Pour être complet, il faut encore faire remarquer (fig. 47 et 50) qu'à la maturité, toutes les cellules du dernier ramuscule n'ont pas la même dimension ; il y en a fréquemment une plus volumineuse que les autres, et c'est ordinairement la première du ramuscule.

2ᵉ Section. — Dans la seconde section, dont les filaments sont plus ou moins toruleux, les tubes latéraux ou *placentaires* se trouvant maintenus à une certaine distance de la paroi, le rameau gynégène est plus long que dans la première. Cette disposition peut n'être pas sans influence sur la composition des faisceaux de filaments sporifères. C'est toujours de la cellule qui sert de base au trichogyne que naissent, par bourgeonnement, les premiers rudiments des organes sporifères, mais ce n'est pas exclusivement la seule qui concourt à leur production. J'ai assez fréquemment observé les bourgeons, non plus seulement sur la cellule basilaire du trichogyne, mais aussi sur la cellule immédiatement voisine, c'est-à-dire la seconde à partir du trichogyne, et même exceptionnellement sur la troisième.

La vérification de ce fait anatomique n'est possible que tout à fait au début du bourgeonnement ; il suffit de jeter les yeux sur les figures 27 et 29 (pl. IV) pour s'assurer que les ramifications nombreuses des premières cellules ne tardent pas à masquer l'insertion des axes primitifs. Dans les figures 29 (pl. IV) et 39 (pl. V), les organes sporifères sont nés exclusivement de la cellule de base, mais il n'en est plus ainsi dans la figure 27. Est-ce à dire que les ramifications, issues fréquemment de la seconde et exceptionnellement de la troisième cellule, seront sporifères ou fertiles au même degré que celles qui ont pris naissance sur les cellules de base du trichogyne? — Je n'oserais l'affirmer d'une manière absolue ; cependant toutes les tentatives que j'ai faites pour fixer mon appréciation sur ce sujet me portent à le croire ; des difficultés d'observation dont je n'ai pas su triompher ne me permettent pas d'être plus affirmatif.

Dans cette section, toute la ramification des faisceaux de filaments sporifères est très-étroitement resserrée vers la base (pl. VI, fig. 44 et 45), et il n'y a plus de distinction bien accusée dans la forme des cellules qui constituent en quelque sorte la charpente de cette ramification, et celles qui entrent dans la composition des derniers rameaux affectant une disposition pénicillée. Ces derniers rameaux sont beaucoup plus allongés que dans la section précédente ; la gaîne transparente qui les entoure est plus large et peut-être plus consistante. L'indépendance de la gaîne et des filaments moniliformes qu'elle entoure ne peut être ici mise en doute, car la figure 46 représente le filament tout entier sorti de la gaîne par une ouverture terminale.

La gaîne, en prenant de la consistance, attache les faisceaux aux filaments qui entourent l'axe et aux autres organes intérieurs ; et comme dans le voisinage de la ramification cruciforme les faisceaux sont ordinairement nombreux et rapprochés, il résulte de leur union un diaphragme épais, solide, dont à la maturité il serait impossible de discerner les éléments.

On se rappelle que Rabenhorst (*loc. cit.*), voulant caractériser la fructification des *Lemanea*, employait les expressions suivantes : « *Polysporæ numerosæ, moniliformes.....nudæ.* » — Les groupes de spores sont bien, en effet, nombreux, moniliformes, mais ils ne sont pas *nus*. Quel peut être le rôle de la gaîne ? — Lorsqu'on attend à la fin de mai ou au mois de juin pour récolter les différentes espèces de *Lemanea*, il est assez rare de trouver dans une touffe des filaments entiers : la plupart ont été rompus, et l'accident fût-il arrivé lorsqu'ils étaient encore jeunes, les faisceaux de filaments sporifères n'en continuent pas moins leur développement. Les groupes, plus serrés dans le voisinage de la ramification cruciforme de l'axe, forment, comme on l'a vu, de véritables diaphragmes. Dès que l'un de ces diaphragmes est bien constitué, tous les groupes sporifères en voie de développement dans la portion restée adhérente continuent à croître aussi régulièrement que dans les conditions normales. L'époque de la maturité est-elle arrivée, il ne suffit pas que les filaments viennent à se rompre pour permettre la dispersion des spores par l'extrémité ouverte. Non ; ces spores sont solidairement attachées dans la cavité intérieure, et ce n'est que par la destruction progressive des parois du tube qu'elles deviennent libres : la plupart seront emportées par la rapidité du courant. Mais en été, alors que le volume des eaux est considérablement diminué, celles restées dans les tronçons mutilés, encore adhérents, seront seules appelées à multiplier l'espèce dans la station.

Pour terminer ce paragraphe, il me reste à déterminer la nature et le rôle de ces filaments articulés, qui, prenant naissance sur les bras de la croix, contournent l'axe en spirale, en suivant une direction, soit ascendante (*Lem. parvula*, pl. V, fig. 38), soit plus généralement descendante (*Lem. catenata*, *Lem. annulata*, *Lem. nodosa*, pl. IV, fig. 26).

Parmi mes nombreuses préparations, il s'en trouve une dans laquelle l'un de ces filaments articulés, au lieu de contourner l'axe, s'en détache immédiatement pour se diriger vers la paroi du tube. Arrivées au contact de la couche médullaire, les cellules longuement cylindriques qui le composent se sont modifiées, elles ont pris la forme ordinaire des cellules des rameaux gynégènes. Ce filament était terminé par un trichogyne, et enfin, à la base, la fructification était en voie de se produire. — Dans ce fait se trouve la preuve que *les filaments articulés qui enveloppent l'axe* ne sont pas autre chose que des *rameaux gynégènes stériles.*

Dans la première section, l'axe n'est jamais entouré de filaments stériles, mais il s'en trouve assez fréquemment sur la paroi interne s'articulant le plus ordinairement sur les cellules de la couche médullaire qui servent à fixer les tubes placentaires. Dans la seconde section, aux filaments stériles entourant l'axe viennent s'ajouter ceux qui prennent également naissance sur les cellules piriformes, parties intégrantes de la couche la plus interne de la paroi.

§ 3.

Thalle.

Après avoir constaté la position des anthéridies, la disposition et la délimitation des *tubes latéraux*, l'analogie de ces tubes latéraux sur lesquels se développent les *rameaux gynégènes* avec les placentas chargés d'ovules de l'ovaire des Phanérogames, on ne peut se refuser à reconnaître que les filaments simples ou ramifiés des *Lemanea* sont constitués par une série de segments identiques, disposés de la même manière, présentant à la fois les organes mâles et les organes femelles ; qu'ils offrent par conséquent tous les caractères d'une inflorescence, ou d'un appareil fructifère.

Cette vue admise, les organismes décrits sous le nom de *Lemanea* ne sont, sous des formes diverses, que la fructification d'Algues dont il restait à faire connaître les organes de la végétation ou le *thalle*.

Avant d'entreprendre des recherches méthodiques pendant une nouvelle période de végétation, il me tardait de faire quelques vérifications sommaires. Je visitai pendant le mois de mai la plupart des stations qui m'étaient connues, et je fus assez heureux pour récolter quelques spécimens incomplets du thalle, des *Lemanea fluviatilis*, *ciliata*, *annulata* et *parvula*.

La comparaison de ces spécimens avec une espèce cataloguée dans mes *exsiccata* sous le nom de *Chantransia*, recueillie le 2 février 1868, et le 24 février 1869 à la base de petites touffes du *Lem. catenata*, sur lequel je la croyais parasite, me donna des indications précieuses sur le thalle de cette espèce. La figure 1 représente l'un de ces échantillons.

Parmi les stations visitées en mai, il en est une dont l'état, à cette époque, mérite une mention spéciale, parce qu'il éclaire l'histoire physiologique du groupe entier. A l'une des extrémités de la chaussée de l'étang de Beaufort, il existe une assez forte chute par laquelle se déverse le trop-plein de l'étang. La station réunit les conditions les plus favorables au développement des *Lemanea*, et, année commune, les rochers s'y trouvent recouverts d'un épais tapis formé par le *Lem. fluviatilis*. En mai 1870, il n'y en avait plus que quelques misérables échantillons; la place paraissait occupée par une végétation nouvelle donnant au rocher une apparence veloutée d'une teinte noire violacée.

Après avoir isolé les éléments de cette couche continue, chacun d'eux présentait le caractère de la végétation des *Chantransia* non encore fructifiés avec des rameaux gros et courts rappelant la fructification des *Ectocarpus*. La végétation qui paraissait s'être substituée au *Lem. fluviatilis* en représentait réellement le thalle avec ses fructifications restées rudimentaires.

Quelles sont les causes qui ont amené cet arrêt de développement? — Dans les échantillons du *Lem. fluviatilis* recueillis à la station de Beaufort pendant cinq années consécutives, de 1867 à 1871, la longueur des filaments très-variable, est comprise, en moyenne, entre 12 et 30 centimètres. Cette longueur est essentiellement liée à la rapidité du courant et à la quantité d'eau fortement aérée qui baigne la localité en hiver et au printemps. Pendant l'hiver 1869-1870 les eaux sont restées très-basses; le trop-plein de l'étang de Beaufort, au lieu de tomber en masse bouillonnante sur les rochers de la cascatelle, fut réduit aux proportions d'un ruisselet dont les eaux, divisées par la chute, s'éparpillaient en fines gouttelettes sur la surface occupée par le *Lem. fluviatilis*.

Dans ces conditions, le thalle a pu végéter, mais la fructification est restée tout à fait rudimentaire. Au mois de février 1871, le courant avait repris son régime normal; dès cette époque la fructification se trouvait déjà fort avancée, mais il ne restait plus que des traces de thalle.

Ainsi donc, à Beaufort, lorsque la station précitée est simplement arrosée par les eaux rejaillissant en gouttelettes, les *Lemanea* ne fructifient pas; mais une végétation que je considère comme le thalle, puisqu'elle offre des rudiments de filaments fructifères, persiste jusqu'en mai et juin; tandis qu'avec un régime normal du courant, les fructifications sont déjà fort développées en février, mais il ne reste du thalle que des traces insuffisantes pour le caractériser. D'où il faudrait conclure que le développement de la fructification est accompagné de l'étiolement du thalle, ou, en d'autres termes, que la fructification devient indépendante.

Dans cette conclusion se trouve l'énoncé d'une anomalie si singulière, qu'il était nécessaire de multiplier les preuves de son exactitude. Je n'ai reculé devant aucune difficulté pour me procurer le thalle de toutes les espèces et variétés qui me sont connues dans le département d'Ille-et-Vilaine. Le groupement des espèces en deux sections me permettra d'être plus explicite dans l'exposé des détails destinés à faciliter la tâche des observateurs qui se proposeraient de contrôler par une vérification les conclusions de ce mémoire.

Dans ce groupe, la période de végétation annuelle débute en novembre pour finir en juin et juillet. S'arrête-t-elle plus tôt, c'est par défaut du milieu, de l'eau nécessaire à la vie de l'individu. Pour saisir les rapports du thalle avec un tissu cellulaire préformé sur lequel il prend naissance, il est indispensable que de premières observations soient faites en novembre et décembre, car le point de départ de la végétation ne tardera pas à être recouvert par un épais entrelacement de filaments radicellaires issus des cellules basilaires du thalle. Il est également nécessaire d'enlever un fragment de la base solide sur laquelle l'espèce est fixée, pour pouvoir ensuite détacher avec des soins minutieux des portions suffisamment étendues du thalle.

On comprend qu'il y a ici une difficulté matérielle à surmonter; il est rare que la station soit d'un abord assez facile pour permettre de récolter les échantillons sans entrer dans l'eau ou sans s'exposer à recevoir des douches froides, si cette station est une petite chute d'eau, une écluse ou un barrage. On évitera les tentatives infructueuses, et surtout on abrégera la durée de l'épreuve, si, dans une étude préliminaire, on a pris de bons points de repère.

1re Section.— Les observations précédentes s'appliquent surtout à la première section. Il était dejà bien tard, au 20 décembre 1871, pour récolter de bons types de la végétation dans sa première forme, notamment pour le *Lem. fucina* Bory et le *Lem. rigida* Nob. Dans cette première section, l'espèce la plus fréquemment observée en raison du peu d'éloignement de la localité est le *Lem. ciliata* Nob. On la trouve assez abondante à l'écluse du Haut-Chalet, canal d'Ille-et-Rance, à un demi-kilomètre au-dessous du pont de Betton. La figure 8 (pl. II) reproduit un fragment de la végétation détaché dans une petite touffe dont les fructifications les plus longues mesuraient environ un centimètre. D'un petit groupe de cellules de forme généralement polyédrique, *d*, et s'articulant avec l'une d'elles, s'élève une tige principale qui ne tarde pas à émettre de nombreux rameaux alternes. Sur la moitié supérieure les rameaux sont simples, mais ceux qui ont pris naissance sur la moitié inférieure produisent une seconde génération de rameaux alternes et s'élèvent sensiblement à la hauteur de la tige principale.

Dans cette végétation en miniature, dont la hauteur excède rarement 4 millimètres, tige et rameaux sont articulés et constitués par une série unique de cellules.

Sur des échantillons complétement développés, les sommités des rameaux sont pilifères et les cellules, ordinairement plus courtes, de la base de la tige, émettent un assez grand nombre de filaments radicellaires. Les poils d'une grande finesse, d'une longueur égale à trois ou quatre fois celle des cellules raméales, sont fixés au nombre de un, deux ou trois sur un petit bourgeon basilaire articulé latéralement au sommet des cellules (pl. II, fig. 11). Les filaments radicellaires naissent par bourgeonnement à la base des cellules plus courtes de la partie inférieure de la tige ; ils sont articulés ; mais remarquez que leurs cellules longuement cylindriques, tant qu'elles n'ont pas rencontré la surface sur laquelle elles doivent s'attacher, deviennent brusquement (fig. 8, *f*, *g*, et fig. 10, *m*, *n*, *p*, *q*, *r*, *s*) courtes et ovoïdes aussitôt qu'elles l'ont atteinte.

La ramification que je viens de décrire n'est que l'un des nombreux éléments qui composent une petite touffe parfaitement circonscrite. Tous ces éléments, si nombreux qu'ils soient, loin d'être indépendants, peuvent être considérés comme le résultat du développement progressif d'un seul élément primitif. En effet, si, dans la figure 10, reproduisant la base d'une préparation analogue à la précédente, on porte son attention sur les cellules courtes ovoïdes, *m*, *n*, *p*, *q*, *r*, *s*, on reconnaîtra sur a cellule *s* une autre cellule allongée *a* qui, par ses caractères physiques, appartient à la végétation caulinaire. Cette cellule *a* n'est pas autre chose que le commencement d'une nouvelle tige et conséquemment d'un élément semblable à celui qui a été décrit. Je me suis assuré par de nombreuses vérifications que l'accroissement en diamètre d'une touffe isolée se produit par l'apparition successive de nouvelles tiges sur les cellules transformées des filaments radicellaires s'étalant tout autour de l'insertion primitive.

A ce rôle important des cellules des extrémités radicellaires devaient correspondre des caractères particuliers. En même temps que leur forme, leur tissu se modifie. Les cellules longuement cylindriques *l l*, *l' l'*, sont pâles, leur contenu transparent est à peine granulé, leur noyau n'est pas apparent. Sont-elles devenues courtes et ovoïdes, elles sont presque opaques en raison de l'abondance d'un contenu granulé au milieu duquel on distingue néanmoins un noyau très-caractérisé. Par leur contenu, ces cellules ont avec le tissu sur lequel naît le thalle une analogie frappante. Enfin, ces cellules, associées d'abord en filaments simples ou ramifiés, ne tardent pas à former sur quelques points des ensembles continus dont les éléments, devenus polyédriques par la pression, pourraient faire croire à la présence d'un *tissu proembryonnaire*. Je caractériserai ce tissu par la dénomination de *tissu proembryoniforme*. J'appelle *éléments primitifs* du thalle les filaments articulés caulinaires qui se développent sur le tissu basilaire proembryoniforme.

C'est sur les éléments végétatifs dont je viens de préciser les caractères les plus essentiels que prennent naissance, sous la forme de rameaux particuliers (*a*, *b*, *c*, fig. 8) très-facilement reconnaissables par leur composition cellulaire, les filaments fructifères dont j'ai fait connaître la structure dans les paragraphes précédents. Comme je consacrerai un paragraphe entier au point de vue organogénique, je n'aurai à m'arrêter ici que sur leur disposition, ou plutôt leur insertion, et sur un autre fait qui se rattache directement à la question présente.

Qu'est-ce donc que cette végétation sur laquelle apparaissent, sous forme de rameaux particuliers bien définis, des organes qui offrent plus tard dans leur structure intime tous les caractères d'une inflorescence? — Serait-ce un proembryon? Alors ce proembryon se développerait à la manière des plantes cespiteuses, se multiplierait et s'étendrait par un bourgeonnement sur racine, serait persistant par ses rameaux radicellaires, appelés à prolonger la vie de l'espèce d'une année à l'autre, après avoir déjà produit des fructifications. Cette hypothèse ne me paraît plus admissible : alors cette végétation est un véritable *thalle;* alors la figure 8 représente un fragment de thalle du *Lemanea ciliata*, et les rameaux *a*, *b*, *c*, sont des fructifications naissantes.

Je passe à un autre ordre de faits qui amèneront, d'abord le déplacement du thalle, et plus tard l'extinction de toute la ramification. Dans la figure 8, les rameaux fructifères sont très-haut placés dans la ramification générale, mais l'un des rameaux (*b*, fig. 9), situé sur la moitié ou même le tiers inférieur de la tige principale, est fréquemment un rameau fructifère; j'ajouterai même que les premières fructifications que l'on observe affectent généralement cette disposition. L'accroissement des rameaux fructifères est extrêmement rapide, et lorsque l'un d'eux est ainsi placé (*b*, fig. 9), il accapare à son profit tous les fluides nourriciers affluant par la tige principale. La partie du thalle située au-dessus de son insertion en *f* serait donc bientôt en souffrance, si elle n'était en quelque sorte ravitaillée par un nouveau système radicellaire dont les filaments prennent naissance par bourgeonnement à la base des cellules situées en *f*, *g*. Le thalle ainsi rajeuni reprend une nouvelle vigueur et produit de nouvelles fructifications au-dessus desquelles l'émission d'un nouveau système de filaments radicellaires peut ranimer encore une fois la végétation dans la partie supérieure du thalle. Ce phénomène se produit surtout dans le centre de la touffe où le thalle est alors fort relevé. L'exhaussement du thalle est d'ailleurs favorisé par une autre particularité sur laquelle repose une grande partie de l'intérêt de ces recherches : le rameau fructifère n'est pas encore visible à l'œil nu, que déjà il a émis (fig. 8, *b*, *c*) par sa partie basilaire un système radicellaire dont les filaments, bientôt fort nombreux, entraîneront de curieux changements dans le mode de végétation.

En premier lieu, ce nouveau système de filaments radicellaires assure à la fructification une vie indépendante et l'affranchit.

En second lieu, il forme au centre de la touffe un tissu inextricable au milieu duquel les bases des éléments caulinaires du thalle s'étiolent et bientôt disparaissent. Donc, si, dans le centre des faisceaux de filaments fructifères, le thalle se montre encore quelque temps, ce n'est qu'à la faveur des rajeunissements successifs qui l'exhaussent.

En troisième lieu, la persistance du thalle ne peut se présenter que sur le contour de la souche cespiteuse dont le développement progressif est la conséquence de toutes les modifications que je viens de suivre. Dès que les filaments fructifères ont acquis une certaine longueur, ils sont réunis en un faisceau couché dans la direction du courant. Si le faisceau est isolé, le thalle persiste encore quelque temps sur les contours de la base qui reçoivent le courant ; là se montrent les dernières générations de filaments fructifères. Si, au contraire, les touffes serrées forment une surface continue, toutes traces de thalle ont disparu de bonne heure, il ne reste absolument que la fructification rendue indépendante par un système particulier de radicelles.

Lemanea fluviatilis Ag.— B. Wartmann (*loc. cit.*) représente (pl. 3, fig. 1, 2 et 3) des fragments de végétation sur lesquels se développent de jeunes *Lemanea.* Il les considère comme un proembryon confervoïde du *Lem. fluviatilis.* Ces fragments très-incomplets sont, dans les publications antérieures, le seul indice de l'existence du thalle chez les *Lemanea.* Ils appartiennent bien au thalle d'une espèce du genre, mais je puis assurer que ce n'est pas au thalle du *Lem. fluviatilis*. Ils doivent être rapportés à une espèce fort bien caractérisée de la seconde section ; j'aurai l'occasion d'y revenir.

J'ai fait du thalle du *Lem. fluviatilis* une étude complète en avril et mai 1870, dans cette station remarquable de Beaufort où les fructifications étaient restées rudimentaires par insuffisance du courant ; et tous les faits acquis par cette première étude ont été vérifiés en décembre 1871. D'une cellule basilaire naissent le plus ordinairement deux axes ou tiges principales (pl. III, fig. 16 et 19) qui émettent (fig. 16 et 18) dans le tiers inférieur un certain nombre de rameaux alternes (en moyenne cinq ou six) simples et s'élevant sensiblement à la hauteur de la tige principale. Plus tard, sur cette même partie de la tige principale, apparaît une seconde génération de rameaux (*m*, *n*, *p*, fig. 16 et 18), parmi lesquels il s'en trouve le plus fréquemment un fructifère. Exceptionnellement, le rameau fructifère (fig. 20) naît au pied même de la tige principale, mais toujours porté par une première cellule représentant le thalle.

Sur des échantillons dont la période de végétation s'est prolongée dans des circonstances déjà indiquées, il n'est pas rare de rencontrer une ramification plus complète et surtout des sommités (fig. 17) munies de rameaux courts et pilifères. La comparaison des figures 11 et 17 suffira pour faire apprécier les différences considérables entre ces rameaux pilifères du *Lemanea fluviatilis* et ceux de l'espèce précédente. Enfin, la station de Beaufort, restée stérile, a rendu presque évidente l'influence du tissu proembryoniforme sur l'extension latérale du thalle ; les figures 14, 19 et 20 en indiquent diverses dispositions.

Le *Lem. rigida* Nob., *Lem. dichotoma* DC., me paraît se cantonner dans les eaux peu profondes, sur les limites des barrages des rivières ou sur les pierres des ruisseaux à pente rapide, plus particulièrement aux petites chutes. J'en connais quatre localités, toutes longtemps recouvertes par les glaces de 1871. Visitées dans les premiers jours de mars, ce n'est qu'après de longues recherches que j'ai pu recueillir dans le ruisseau de Saint-Lazare, près de Montfort, une petite touffe cespiteuse dans laquelle le thalle était suffisamment bien conservé. La figure 12 (pl. II), en représente un fragment assez complet. D'un petit groupe de cellules proembryoniformes *a* s'élève une tige dont les ramifications simples, alternes, ne sont nombreuses qu'à mi-hauteur ; au sommet de la première cellule de la tige principale commence à se montrer un rameau fructifère *b*; de la base de la troisième cellule *c* naît un filament radicellaire $c\,c'$, appelé à prolonger la vie du thalle au-dessus de la fructification. Dans la figure 13, plus grossie afin de rendre plus claire l'insertion de la tige sur le groupe de cellules proembryoniformes, le rameau fructifère naît encore sur la troisième cellule au-dessous des rameaux ordinaires du thalle; il en est généralement ainsi dans cette espèce, les fructifications se développent tout à fait à la base du thalle. De nouvelles vérifications, aux dates des 17 et 20 décembre 1871, indiquent quelques raisons de la réduction considérable du thalle dans cette espèce; non-seulement les fructifications apparaissent sur la première cellule du thalle, mais on les voit souvent naître directement des filaments radicants. A ne considérer que cette espèce, l'affirmation de l'existence d'un thalle pourrait être accompagnée d'un point de doute, si l'on n'avait pas observé l'apparition des premiers vestiges de la végétation annuelle sur un tissu cellulaire préformé.

C'est sur le lit rocailleux de forts ruisseaux traversant les schistes rouges du terrain silurien que je trouve le *Lem. fucina* Bory. Cette espèce très-distincte a une végétation active dans le temps le plus rigoureux de la saison d'hiver; des pierres retirées du lit du Canut au pont du chemin de fer, le 15 février, portaient des faisceaux de filaments très-rameux, mesurant de 10 à 15 centimètres. Pour trouver, à cette époque, de bons spécimens du thalle, il a été nécessaire de passer en revue un nombre considérable de pierres extraites du lit du courant. Cette recherche n'a été aussi laborieuse que parce qu'elle n'a pas été faite en temps utile; la localité a été étudiée à nouveau le 20 décembre, dans des circonstances plus favorables. Les eaux, retenues dans un bief, laissaient la faculté de détacher avec le marteau et le ciseau des fragments de rochers sur lesquels on reconnaissait une végétation naissante. Parmi les Conferves déjà fixées, les filaments du *Lemanea* se font remarquer par une teinte plus sombre ; avec la pointe d'un scalpel on réussit à les isoler avec leur base, et alors l'observation microscopique fait discerner un mamelon proembryoniforme bien circonscrit, d'où s'élève un petit nombre d'éléments caulinaires du thalle.

Sa ramification (fig. 15) offre des caractères particuliers. La tige principale émet, dans la partie inférieure, des rameaux alternes, dont les premiers seuls atteignent d'importantes dimensions ; ces derniers se ramifient fréquemment à leur tour, mais avec la disposition unilatérale *d*, *d*, *d*, *d*, au sommet. La fructification apparaît encore ici, le plus ordinairement à la base de la tige principale, lorsque sa ramification est à peu près complète. Dans cette espèce, le thalle ne présente pas au même degré la forme cespiteuse résultant de la multiplication des éléments caulinaires sur le système radicant.

La localité du *Lem. mamillosa* Kütz. dans le ruisseau de la fontaine de la Touche-Guérin qui borde au sud la forêt de Paimpont et sert de limite aux départements d'Ille-et-Vilaine et du Morbihan, est trop éloignée pour avoir pu être visitée, à des intervalles assez rapprochés, à une époque favorable à l'observation du thalle. J'ai voulu revoir cette localité au premier janvier 1872, mais le ruisseau était devenu un torrent, dans lequel il n'eût pas été possible de se tenir debout. Je le regrette d'autant plus qu'un nouveau caractère pour distinguer spécifiquement le *Lem. fucina* et le *Lem. mamillosa* pouvait sortir de son étude.

2^{e} Section. — La recherche et l'étude du thalle des *Lemanea* toruleux classés dans la seconde section n'exige ni autant de temps, ni autant de fatigues. Tandis que les *Lem. fluviatilis*, *rigida*, *fucina*, *mamillosa*, se trouvent ordinairement fixés sur le lit rocailleux des ruisseaux et des rivières, dont le régime, en hiver, est plus ou moins torrentiel, les *Lem. catenata*, *annulata*, *nodosa*, *torulosa* et *parvula* n'ont jamais été rencontrés, dans mes excursions, qu'aux barrages des rivières, aux écluses des canaux et des moulins. Or, rien n'est plus fréquent que la nécessité, après les glaces de l'hiver, de réparations urgentes à exécuter dans ces stations, qu'on peut alors visiter sans avoir à se défendre contre la violence du courant. De plus, dans ces espèces, le thalle a des dimensions et une teinte noire violacée qui le fait distinguer au premier coup d'œil ; enfin, on peut être assuré qu'en mars et même dans la première quinzaine d'avril on en récoltera encore d'excellents spécimens. Il n'y a de difficultés que dans la préparation d'éléments suffisamment complets pour les dessiner à la chambre claire ; mais la difficulté est très-réelle en raison des nombreux systèmes de filaments radicellaires qui rendent la base presque inaccessible. Aussi est-il très-difficile de conserver les rapports de la ramification avec les cellules proembryoniformes, dont le rôle est si important dans l'extension du thalle. Ce n'est que dans les mois de novembre et décembre qu'on les mettra en évidence sur des sections longitudinales exécutées dans la base de jeunes touffes fixées sur les bois, ou sur des mousses.

Parmi les espèces communes, la plus remarquable pour la longue dimension de son thalle, est le *Lem. catenata*, abondant aux écluses des moulins situés sur les rivières de l'Ille et du Meu, affluents de la Vilaine.

Les figures 1, 2 et 3 (pl. I) reproduisent en grandeur naturelle ce thalle à différents états. La figure 1 représente une partie stérile récoltée le 24 février 1868, et primitivement cataloguée dans mes *exsiccata* sous le nom de *Chantransia* dont l'espèce aurait été parasite sur le *Lem. catenata ;* les figures 2 et 3, des fragments fertiles avec des fructifications à divers degrés de développement, recueillis à peu près à la même époque en 1871, dans la même localité (déversoir du moulin de l'Abbaye, près de Montfort-sur-Meu). Dans la figure 3, le filament le plus long offre dans sa première moitié les organes de la fécondation à l'époque de l'anthèse.

Un fragment très-minime se voit fig. 26 (pl. IV) avec un grossissement de 50 diamètres. La tige principale, dont il n'a été conservé qu'un court tronçon *aa'*, émet de la région la plus inférieure une première série de rameaux alternes très-caractéristiques; ces rameaux, dont l'un seulement, *bb'*, est complet, presque nus dans la moitié inférieure, sont chargés dans l'autre moitié d'une ramification serrée dont la disposition varie, mais dans un ordre déterminé. Les premiers rameaux du second ordre sont encore alternes comme à la base de la tige principale, mais plus haut ils sont groupés par séries unilatérales ; ceux du troisième ordre sont généralement unilatéraux, et il en est de même pour les générations suivantes qu'on observe sur les échantillons les plus persistants.

Lorsque la végétation s'est prolongée, toutes les sommités sont arquées, et dans la partie concave de chacun des rameaux se trouve compris le dernier ordre de ramuscules unilatéraux.

La fructification ne se rencontre que tout à fait exceptionnellement dans la ramification supérieure que je viens de décrire; elle fait ordinairement partie d'une ramification *f*, *g*, *d* plus tardive, qui s'est montrée sur la partie primitivement nue du rameau primaire.

L'axe principal, après avoir fourni un premier faisceau de rameaux primaires alternes, ne se distingue désormais de l'un d'eux que par sa position centrale. Dès lors l'ensemble de la ramification d'un élément primitif du thalle se présente avec une disposition corymbiforme dans laquelle les fructifications se trouvent rapprochées de l'insertion des rameaux primaires.

Le thalle du *Lem. catenata* est le plus remarquable par l'extension du système radicant. Il s'élève progressivement de la partie inférieure de la tige principale et des rameaux du premier ordre *r*, *r*, *r*... *r'*, *r'*, *r'*, jusqu'à la ramification serrée de la moitié supérieure, et parfois même s'y étend. Lorsqu'un faisceau de filaments radicellaires se produit à une certaine hauteur, soit sur la tige principale, soit sur les rameaux issus de sa base, on voit, en général, bientôt apparaître au-dessus de son insertion un nouveau rameau fructifère. Si l'on veut observer ce rameau fructifère dans sa première forme, alors qu'il n'est encore constitué que par une série unique de cellules discoïdales, on arrive beaucoup plus rapidement au but, en prenant pour guide la présence d'un jeune faisceau de filaments radicellaires. Sur la portion du thalle restée stérile, le système radicant ne s'élève guère au-dessus de la naissance de la ramification inférieure, d'où il faudrait conclure que son objet principal est la nutrition d'une jeune fructification dont l'accroissement rapide m'a souvent frappé.

Dans ce thalle cespiteux, la plupart des tiges sont fertiles, et comme, d'après ce qui précède, chacune d'elles produit plusieurs fructifications, il en résulte un volumineux faisceau de filaments fructifères. Lorsqu'ils sont affranchis par le système spécial de filaments radicellaires développés à leur insertion, le thalle s'étiole au milieu de ce faisceau compacte, et ne persiste qu'à la périphérie de la touffe, où il continue à émettre de nouveaux rameaux fructifères jusqu'en mai. Ces derniers resteront généralement rudimentaires à la suite de l'avortement, à cette époque tardive, des organes de la fécondation.

Une autre espèce toruleuse, fort commune aux écluses et barrages de la Vilaine, canalisée au-dessous de Rennes, est le *Lem. annulata* Kütz. Dans cette espèce, le thalle est polymorphe ; les échantillons fertiles et stériles diffèrent par la disposition de leur ramification et par leur durée.

Les tiges fertiles offrent à leur base (fig. 40, pl. V) un faisceau de rameaux primaires dont les plus inférieurs sont souvent opposés ; s'ils produisent une seconde génération de rameaux, ces derniers sont alternes. La fructification terminale, soit à l'extrémité de la tige principale, soit à celle d'un rameau primaire, est située au centre d'un groupe de rameaux nés de cellules sous-jacentes ; elle n'est bien visible qu'autant qu'ils ont été écartés avec les aiguilles. Le faisceau de racines qui l'affranchit, entraîne promptement, d'abord l'étiolement de la tige mère, et bientôt sa disparition. Les tiges stériles, ordinairement rejetées sur les contours de la souche cespiteuse, atteignent 4 à 5 millimètres de hauteur ; la ramification est fréquemment opposée, mais les traits les plus caractéristiques se trouvent :

1° Dans les rameaux renflés à la base, divariqués, faisant avec l'axe sur lequel ils sont nés un angle plus grand que 90 degrés.

2° Dans les sommités, dont les derniers ramuscules sont alternes et fasciculés.

Lorsque la saison est avancée, par exemple dans le courant de mai, il n'est pas rare de trouver, au milieu d'un faisceau stérile, des tiges qui présentent, avec les caractères de végétation du thalle stérile, des fructifications terminales frappées d'un arrêt de développement, parce que la saison de l'anthèse est depuis longtemps passée. Je possède quelques préparations de ces fructifications incomplètes ; elles sont précieuses, car en les comparant avec les figures qui, suivant B. Wartmann (*loc. cit.*), représentent le proembryon confervoïde du *Lem. fluviatilis*, on arrive à de très-fortes présomptions en faveur de l'identité. Me basant sur l'époque à laquelle l'auteur a recueilli ses échantillons (au printemps), je serais fort surpris si ses dessins (pl. III, fig. 1, 2 et 3, *loc. cit.*) ne reproduisaient pas des fragments d'un thalle en dégénérescence du *Lem. annulata.* J'ajouterai que le peu de souci des déterminations spécifiques dont l'auteur donne des preuves non équivoques, ferait croire que ce sont ces fragments incomplets qui ont été la base de son travail.

Dans la seconde quinzaine de mars, les écluses du moulin de Saint-Hellier, à Rennes, ayant été pendant quelques jours en réparation, j'ai pu faire de cette localité une étude sérieuse. J'y ai recueilli en parfait état le thalle d'une espèce que j'ai cru devoir rapporter au *Lem. nodosa* (Kütz., *Spec. Alg.*) ; s'il y avait erreur, ce serait une espèce nouvelle parfaitement caractérisée par son thalle et la forme des renflements de la fructification.

La fig. 76 (pl. VIII) représente, dans ses parties les plus essentielles, l'un des éléments de ce thalle toujours cespiteux ; il est incomplet dans sa partie inférieure, qui n'a pu être dégagée d'un épais entrelacement de filaments radicellaires. La tige principale dont le diamètre augmente sensiblement jusqu'à mi-hauteur pour diminuer ensuite progressivement, d'abord nue ou presque nue, produit bientôt sur toute sa longueur une ramification complexe, vigoureuse, qui donne à l'ensemble une forme arborescente. Les rameaux primaires, d'abord alternes, sont souvent opposés dans la moitié supérieure de cette ramification. Que l'on porte son attention sur l'origine des rameaux primaires, on en remarquera un certain nombre qui, débutant par des cellules plus ou moins courtes, sont le point de départ de rameaux secondaires fort rapprochés par leur insertion, et donnent à certaine portion $\alpha, \alpha', \alpha'', \alpha'''$ de la ramification une disposition fasciculée. C'est ordinairement à l'insertion de ces fascicules de rameaux secondaires, et par conséquent très-près de la tige principale, qu'apparaissent les fructifications FL, MN.

La fructification FL offre un exemple des plus clairs, du mode de développement, et de la disposition du système des filaments radicellaires $s, s, s, \ldots s$ qui, une fois fixés, suffiront au développement du rameau fructifère, et le rendront indépendant du thalle, dont la durée dépendra de sa position dans le faisceau de filaments fructifères.

Cette préparation permet encore de suivre la marche ascendante du système radicant général : de la cellule a, qui n'est pas la première de la tige, naît un premier faisceau r, r, r ; de la cellule b un second faisceau $r_1 r_1 r_1$, et enfin sur le rameau d, d_1, commence à se former un troisième faisceau r_2 raméal. Après l'affranchissement de la fructification FGHL, le système radicant sera passé au-dessus de son insertion.

A l'écluse du bief de Saint-Hellier (Rennes), vis-à-vis de l'amphithéâtre de dissection, et surtout à celle du moulin de Joué, il existe un type de *Lemanea* toruleux, dont les filaments, au lieu de présenter des renflements aussi saillants que dans les espèces précédentes, ne sont que légèrement ondulés. Curieux de savoir si le thalle ne m'offrirait pas quelque disposition spéciale qui m'autorisât à élever ce type au rang d'espèce, j'en ai recherché avec persistance de bons échantillons. Leur étude faite, il m'a semblé que les organes de la végétation, autant que ceux de la fructification, militaient en faveur d'une espèce nouvelle que j'ai désignée sous le nom de *Lem. torulosa*. Si je dois m'en rapporter à la représentation, dans les *Tabulæ physiologicæ* (vol. VII, pl. 84, fig. 2) de Kützing, du *Lem. torulosa* de Roth, l'espèce présente en serait fort éloignée. Je justifierai plus loin le choix de ma dénomination, qui, si elle était acceptée, entraînerait un nouveau baptême de l'espèce de Roth, dans le cas où elle représenterait un type bien défini, ce que je ne crois pas. Ce thalle (fig. 41, pl. VI) se distingue au premier abord, dans la série que je décris, par sa ramification droite, roide, rassemblée en forme de pinceau. Lorsqu'il a été étalé, on reconnaît sur l'axe principal, séparées par de courts espaces nus, trois séries de rameaux alternes : l'une A, basilaire ; une autre B, médiane, composée de six ou sept rameaux ; la supérieure G, avec deux rameaux seulement, mais peut-être encore incomplète. Les rameaux primaires de la série basilaire portent dans leur région moyenne une série unique de rameaux secondaires, identiques avec la série médiane de l'axe principal. Les rameaux des deux ordres sont apprimés, resserrés contre les axes générateurs.

A la partie inférieure de quelques-uns des rameaux primaires de la première série se trouvent quelques petits ramuscules étalés, composés de cellules courtes ; c'est sur ces rameaux particuliers qu'apparaissent les fructifications *b*, *b'*.

Le système radicant s'élève dans la première série de rameaux alternes sans l'occuper complétement ; mais lorsque les fructifications *b*, *b'* auront émis chacune leur système spécial de filaments radicellaires, toute la partie inférieure de cette portion du thalle s'étiole, tandis que le système radicant général, continuant sa marche ascendante, atteindra sur l'axe principal la série médiane de rameaux qui, dans la végétation ultérieure, peut être appelée à prendre tous les caractères de la série basilaire.

Dans la seconde section, l'importance du système radicant général ne permet guère de conserver sur les préparations du thalle les cellules proembryoniformes des extrémités radicellaires. La figure précédente en reproduit quelques-unes en *a* et *a'*.

La première fois que j'ai vu le trichogyne sur l'une des espèces appartenant à la seconde section, c'est en observant directement à un grossissement de 300 diamètres des filaments tenus droits que je rapportais à une variété du *Lem. catenata*. Depuis j'ai dû en faire une espèce spéciale sous le nom de *Lemanea parvula*.

De l'ensemble des faits résumés dans ce paragraphe, il résulterait que l'étiolement des organes de la végétation ou du thalle serait dû à deux causes premières et principales : en premier lieu, l'accroissement rapide d'une fructification relativement énorme, qui l'épuise ; en second lieu, le volume du faisceau de filaments fructifères nombreux, serrés et couchés, qui l'étouffent. S'il en est ainsi, on doit s'attendre à trouver le thalle plus vivace, prolongeant sa végétation, accompagnant même la fructification jusqu'à la maturité, si le développement de cette fructification était plus en rapport avec celui des organes de la végétation, et si le faisceau des filaments fructifères était assez étalé pour que, à l'insertion, l'eau aérée et la lumière eussent toujours un libre accès.

Ces conditions sont généralement remplies chez le *Lem. parvula*, surtout dans les touffes isolées ; le thalle existe toujours à la base de la fructification ; malheureusement les Diatomées, les Desmidiées et les petites Conferves l'envahissent au point d'en rendre l'étude fort difficile ; mais il ne s'éteint qu'à la maturité de la fructification. C'est là un fait essentiel qui suffirait seul à réfuter l'opinion des savants qui ne verraient qu'un proembryon confervoïde dans la végétation que j'ai décrite précédemment, et que je vais décrire chez le *L. parvula* comme en étant le thalle.

Dans la figure 35 (pl. V) se trouve en grandeur naturelle le cinquième environ d'une touffe isolée, dont les fructifications b, b_1, b_2, b_3, b_4, à divers états de développement, dépendent d'un petit pinceau a_1 fertile du thalle. Un second pinceau a stérile a été disposé à côté du pinceau fertile pour mettre en évidence l'inégalité de leur puissance végétative, et rendre compte d'une inégalité correspondante dans leur durée, après l'affranchissement de la fructification.

Sur le filament fructifère b_1 apparaît une touffe minuscule c ; elle n'appartient pas au *Lemanea*, c'est une espèce parasite, un *Chantransia*. Si je lui accorde une mention particulière, c'est que Vaucher (*Histoire des Conferves d'eau douce*, p. 95) pensait, je cite textuellement, « que ces petites touffes étaient formées par l'assemblage de jeunes Conferves (*Lemanea*) dont les semences sont encore dans le tube, et qui avaient passé au travers par le moyen de quelque ouverture. » Si grande que soit l'erreur, on peut cependant faire remarquer que Vaucher, fût-il mieux renseigné, eût encore pu se tromper, puisqu'il y a la plus grande analogie entre l'appareil de la végétation des *Chantransia* et celui des *Lemanea*.

Lorsqu'un pinceau fructifère, tel que a_1 (fig. 35), est composé de plusieurs axes principaux rattachés les uns aux autres par le système radicellaire général, leur point de départ se trouve sur les cellules d'un cal proembryoniforme. La figure 36 représente la base de l'un de ces axes avec le premier de ses rameaux primaires. Dans la description, je supposerai que la coupure $_Ra$, exigée par les dimensions de la planche, est reportée en mn sur le prolongement de $b'a_1$. L'axe principal aa_1 présente à une petite distance de son origine un premier groupe de rameaux alternes rapprochés, formant un faisceau dans lequel le prolongement ultérieur de cet axe ne se distingue pas, au point de vue de la ramification, de celle de l'un de ses rameaux primaires; il suffit donc de figurer l'un d'eux. Mon choix s'est porté sur le premier bb', en raison de la présence de la fructification naissante.

Sur ce rameau primaire la ramification se présente avec un caractère spécial dans la partie inférieure, mais bientôt reparaît la disposition fasciculée par l'origine rapprochée b',b'' de rameaux secondaires égaux en importance avec le prolongement direct. Sur ce nouveau faisceau, les ramuscules d'abord alternes ont une tendance à devenir unilatéraux vers le sommet. De b à b' la ramification inférieure prend une apparence divariquée, qui résulte de ce qu'à chacune des trois insertions qu'on y observe il naît à la fois : 1° un petit faisceau de filaments radicellaires $r, r \ldots r', r', r' \ldots r_1, r_1$; 2° un rameau ascendant $d, d' \ldots d_1'$; 3° et sur ce rameau des ramuscules à cellules courtes $h, h \ldots h_1, h_1$. C'est l'un de ces rameaux divergents c qui s'est transformé en rameau fructifère.

La matière colorante (l'endochrome) contenue dans les cellules du thalle affecte dans chacune des deux sections des dispositions particulières. Dans la première, elle est en général finement granulée et disposée dans toute l'étendue de la cellule; dans la seconde, elle se présente sous la forme de lamelles irrégulières ou de bandelettes adhérentes à la face interne de la paroi cellulaire sur laquelle elles sont inégalement distribuées (fig. 42, 43, pl. VI).

Conclusions. — Si l'on trouvait un peu longs les détails dans lesquels je viens d'entrer, j'invoquerais la nécessité de multiplier les preuves quand il s'agit de justifier des conclusions contraires à des idées généralement admises.

Et d'abord, à ne considérer que cette première végétation des *Lemanea*, je crois avoir démontré qu'elle représente un véritable thalle. Cette végétation, en effet, commence son évolution en s'élevant d'une sorte de cal proembryoniforme, s'étend et se multiplie par filaments radicants, de manière à constituer de petites touffes cespiteuses, dont les productions caulinares nouvelles fructifient dans leur ordre de succession; de telle sorte qu'il naît encore de jeunes fructifications quand les premières formées touchent à la maturité.

Cette végétation, dans chacun des types les mieux définis, affecte des formes spéciales qui doivent être rangées parmi les caractères spécifiques. Elles m'ont été fort utiles pour grouper autour de certaines espèces, et notamment des *L. catenata*, *annulata* et *nodosa*, des types qui, par les caractères extérieurs des filaments fructifères, devraient en paraître fort éloignés. Cette végétation a une durée égale à celle des fructifications dans certaines espèces, *Lem. catenata* et *parvula*, et si dans la plupart elle est plus ou moins fugace, cela tient à des causes diverses que j'ai analysées dans la limite de mon pouvoir. Qu'on ajoute à ces considérations les conclusions du § 2, qui établissent que, vu la disposition des organes de la fécondation, les filaments simples ou ramifiés des *Lemanea* ne sont que des inflorescences, il ne sera plus possible de douter que la ramification dont elles font partie n'appartienne à des organes de végétation, c'est-à-dire à un thalle.

Dès lors il n'est plus permis de dire avec Rabenhorst, se fondant sur des observations trop superficielles et trop incomplètes de Wartmann : « *Thallus* (ce que j'appelle filaments fructifères) *e proembryone confervaceo enascens.* »

Dans tous les cas, que le thalle soit fugace ou persistant, les fructifications se sont à peine montrées, qu'elles émettent dans la région basilaire un système spécial de filaments radicellaires qui, une fois fixés, suffisent à leur développement, et par conséquent les affranchissent.

Donc, dans la famille des Lémanéacées, l'espèce se compose à chaque période de végétation, de deux individus distincts, l'un végétatif, plus ou moins fugace, l'autre fructifère, le seul qui ait été bien connu jusqu'à ce jour, et qu'on a décrit comme représentant le végétal complet.

Développement du thalle. — Il y a dans mes observations sur la famille des Lémanéacées une lacune que des efforts persévérants n'ont pu combler ; je n'ai pu suivre le développement des spores dans les stations où ces Algues fructifient. Je connais sur la Vilaine des barrages couverts par le *Lem. annulata* sur une étendue de 50 et même de 100 mètres carrés ; la quantité de spores émises à la maturité est incalculable, et cependant il n'existe plus de trace de cette espèce sur le lit pierreux de la rivière à quelques mètres de distance de ces barrages, aussitôt que le courant est descendu au-dessous d'une certaine vitesse. Dès lors j'ai lieu de douter que les phénomènes qu'on observe lorsqu'on fait germer des spores sous le mince filet d'eau d'une fontaine artificielle (Vaucher, *loc. cit.*), ou dans un faible courant d'eaux vives, fût-il voisin d'une localité importante (B. Wartmann, *loc. cit.*), représentent réellement les phénomènes normaux de la germination.

D'après ces expériences, de la spore naîtrait immédiatement l'axe primitif de cette végétation qui, pour moi, ne peut être qu'un thalle, mais qui pourrait alors être considéré comme un proembryon confervoïde. Si je n'ai pas vu le premier développement des spores, j'ai recueilli le thalle extrêmement jeune, tantôt fixé sur des tiges de Mousses (*Fontinalis antipyretica*, *F. squamosa*, *Cinclidotus riparius* et *Conomitrium Julianum*), tantôt engagé dans les faisceaux de filaments radicants émis par ces tiges. Dans ces conditions il était facile de reconnaître le point de départ des axes primitifs du thalle ; or, je les ai toujours trouvés articulés sur l'un des éléments d'un tissu cellulaire plus ou moins compacte et préformé. Fait-on des coupes dans la base de touffes plus volumineuses fixées de la même manière ? On trouvera toujours les éléments polyédriques d'un tissu cellulaire compacte comme point d'origine des filaments articulés du thalle. On observera même dans ce tissu préformé des couches rendues distinctes par des variations de teinte ; les plus inférieures vides, jaunâtres ou noirâtres, les supérieures remplies d'endochrome avec un noyau apparent.

Ce mode d'origine, rapproché de ce fait, que les touffes de *Lemanea* occupent pendant plusieurs années consécutives exactement la même place, avec une étendue qui s'accroît avec le temps, m'autorise à penser que ce tissu cellulaire compacte perpétue ces touffes d'une année à l'autre, et par conséquent que les *Lemanea* sont des Algues *vivaces*. Alors les organes de la végétation se composeraient de deux parties, d'*un système radicant persistant*, et d'*un système caulinaire se renouvelant à chaque période de végétation*. Il se pourrait même que la fructification n'arrivât à son développement normal que lorsque le système radicant aurait pris une certaine importance. C'est du moins ce qui semblerait résulter d'observations faites au mois de mars à l'une des écluses du moulin du Comte remise à neuf il y a quelques années : le *Lem. annulata* commençait à s'y montrer par points isolés, mais avec des fructifications rares et chétives.

§ 4.

Organogénie des organes de la fructification.

Aussi longtemps qu'on a ignoré l'existence des organes de la fécondation, les filaments simples ou ramifiés des *Lemanea* devaient être considérés comme des organes dépendant du système végétatif. C'est à l'article *Organes de la végétation*, que se trouvent exposés par Wartmann les faits relatifs au développement observé sur une espèce qu'il croyait être le *Lem. fluviatilis*, mais qui, je le répète, doit être exclue du groupe des *Lemanea* à nœuds verticillés.

Les phénomènes du développement de la fructification restant identiquement les mêmes pour les espèces comprises dans la même section, il était nécessaire et suffisant de les suivre sur l'une des espèces appartenant à chacune d'elles. J'ai choisi celles dont la station rapprochée me permettait de renouveler très-fréquemment les échantillons : ces espèces sont le *Lem. ciliata*, pour la première section ; le *Lem. catenata*, pour la seconde.

1^re^ SECTION. — *Lemanea ciliata*. — La fructification apparaît d'abord sous la forme d'un rameau court FR (fig. 19 et 20, pl. III), facile à reconnaître dans la ramification générale, par son plus grand diamètre, et la forme discoïdale de ses cellules, primitivement en série simple. Tandis que ce rameau s'allonge par la division transversale de la cellule terminale, les cellules de base ne tardent pas à se transformer en un tissu résultant d'un mode particulier de division. Chacune de ces cellules (fig. 8, *a*, *b*, *c*) devient le centre d'une évolution dont le résultat définitif aura constitué l'un des segments compris entre deux verticilles consécutifs d'éminences anthéridifères ; segments identiques, dans leur structure, comme il l'a été établi dans le paragraphe premier. Dès lors l'étude du développement de la fructification peut se simplifier et se ramener (sauf quelques observations) à l'étude de l'évolution d'une cellule primitive.

Les articulations des cellules primitives restent distinctes et délimitent les groupes résultant de l'évolution de chacune d'elles, jusqu'à l'époque où apparaît la couche la plus intérieure des parois du tube, la couche médullaire (fig. 21, pl. III). Tant que cette couche n'est pas représentée, le filament fructifère (fig. 8, 9 et 13, pl. II ; 15 et 18, pl. III ; 51, 52, pl. VII) n'est composé que de l'axe central assez étroitement enveloppé par les éléments des tubes latéraux visiblement disposés en séries linéaires longitudinales. Ces séries, bien qu'indépendantes, pour la plupart, semblent former une enveloppe continue; elles ne sont en réalité que contiguës, mais englobées dans une sorte de gangue muqueuse, sécrétée par la membrane-enveloppe des cellules. Cette substance muqueuse n'est pas seulement un obstacle à l'exécution de tranches minces dans des filaments capillaires, elle nuit également à la netteté de l'observation directe, lorsqu'on ne dispose que de faibles grossissements.

Si le jeune filament dont on se propose d'étudier la structure est conservé dans de l'eau fortement camphrée, ses parties élémentaires deviennent parfaitement distinctes (fig. 51 et 52, pl. VII); leur disposition linéaire est très-apparente, et l'on constate le développement (fig. 52) de l'une des séries, au moins dans chacun des groupes issus d'une cellule primitive. Si dans ce premier examen on a fait usage du compresseur qui permet l'étude du filament sur ses faces opposées, on reconnaîtra que les cellules constituant la couche externe sont disposées sur quatre séries linéaires ordinairement portées à six par le dédoublement de deux d'entre elles.

Pour saisir la structure intérieure et le mode de développement de la cellule primitive, il est indispensable de recourir à des coupes minces transversales. Il y a de grandes difficultés dans l'exécution en raison de la ténuité et de la mollesse des filaments; je n'ai réussi à obtenir des tranches suffisamment minces qu'en opérant sur des filaments qui avaient subi à l'air libre un commencement de dessiccation. La forme du filament et des cellules de la couche extérieure a été un peu altérée, mais la partie centrale est restée intacte, et c'est l'important. Quant à faire passer une section à travers l'une des cellules primitives *a*, *b*, *c*, au moment où elles commencent à se diviser, c'était, on le comprend facilement, une affaire de bonne fortune; elle a été réalisée, non pas sur le *L. ciliata*, mais sur une espèce de la seconde section, le *L. catenata*. L'espèce, sur ce point, importe peu; le premier mode de division de la cellule primitive est identique dans les deux sections.

Si maintenant des cellules primitives *a*, *b*, *c*, fig. 51, qui présentent une première trace d'une division longitudinale, on rapproche la coupe représentée dans la figure 65, on reconnaîtra — que les divisions sont périphériques, — qu'elles sont limitées par une surface courbe embrassant, sur la périphérie, le quart de la circonférence, et, en profondeur, la moitié du rayon; — que la cellule primitive, après s'être divisée dans son pourtour en quatre cellules, offre au centre un espace prismatique limité latéralement par quatre faces concaves ; — que les dièdres aigus de cet espace prismatique s'étendent entre les cellules périphériques de manière à les rendre indépendantes les unes des autres, en les rattachant exclusivement à la région centrale. Cette première division est complète sur les segments *d*, *e*, *f*, *g*. — La cellule centrale prismatique est le premier rudiment de l'axe intérieur, et les quatre cellules périphériques représentent les quatre bras de la croix (fig. 21, pl. III).

Dans la figure 21 (pl. III) les cellules étoilées constituant les bras de la ramification cruciforme font partie intégrante des *tubes latéraux* ou *placentaires* par les branches pariétales d', d_1 ; ces tubes latéraux vont se constituer immédiatement par divisions transversales complètes des cellules périphériques. De ce nouveau mode de division, commencé sur les segments *l*, *m* (fig. 51, pl. VII), plus accentué sur les segments de la figure 52, naissent les séries linéaires précédemment indiquées comme représentant les *tubes latéraux* ou *placentaires*.

Pendant que se produit l'allongement des tubes latéraux par la division transversale des cellules extrêmes, la cellule centrale, de forme prismatique (axe primitif), reste simple et ne se modifie que dans sa forme. En même temps qu'elle s'allonge, ses arêtes s'effacent ; ses faces, de concaves, deviennent convexes, et finalement se transforment en cellule cylindrique, dont la longueur est toujours égale à celle des segments. Sur des coupes transversales, la section circulaire de l'axe est entourée de quatre (fig. 53), de cinq (fig. 54) ou de six (fig. 55) cellules, suivant qu'au point où passe la coupe, les tubes latéraux sont au nombre de quatre, cinq ou six. Sur ces coupes, la cavité de l'axe et des cellules qui l'entourent est seule bien apparente, à cause de la substance muqueuse interposée entre les éléments cellulaires, substance dont le pouvoir réfringent est sensiblement égal à celui de la membrane-enveloppe des cellules.

Les segments ne sont-ils encore constitués que par l'axe enveloppé des tubes latéraux ou placentaires, les articulations qui séparent chacun d'eux sont visibles; elles vont s'effacer par la formation de la couche médullaire de la paroi du tube. Comment se formera cette couche? — La question est résolue par l'étude de la figure 56. L'axe s'y trouve entouré par six cellules appartenant aux tubes latéraux; or, dans la région externe de chacune d'elles apparaissent deux cloisons plus ou moins obliques qui détachent deux segments destinés à former deux nouvelles cellules *a*, *a'*; *b*, *b'*; *c*, *c'*. Passons à la figure 57, nous les retrouvons à l'état de grosses cellules en couche continue, sur la face intérieure desquelles sont appliqués les tubes latéraux toujours en contact intime avec deux d'entre elles. Le diamètre de cette première couche de la paroi prend un accroissement rapide, tant par le volume de ses éléments primitifs que par l'introduction de nouveaux éléments cellulaires résultant d'une scission latérale. Comme conséquence immédiate de cet accroissement de diamètre, se dessine la cavité intérieure dans chacun des segments. Dans la figure 57, la cavité existe déjà, quoique remplie par la gangue muqueuse qui réunit tous les éléments d'un tissu compacte en apparence, composé en réalité d'organes qui se séparent dans le progrès du développement; mais cette cavité ne devient nette qu'à l'époque où la couche médullaire, définitivement constituée, offre des points d'appui à chacun des éléments des *tubes latéraux* qu'elle entraîne dans son mouvement d'extension. Alors (fig. 58 et 60) la substance muqueuse, tiraillée dans tous les sens, se divise en bandelettes comprises entre l'*axe* et les *tubes latéraux*.

Avant d'aller plus loin, il ne sera pas inutile de faire remarquer que chaque cellule des tubes latéraux est ordinairement fixée sur la couche médullaire par deux points, et que ces deux points se trouvent à l'articulation du couple de cellules *a*, *a'*;

b, *b'*; *c*, *c'* (fig. 56), qui représentent les premiers éléments de la paroi limitant la cavité intérieure.

La couche médullaire de la paroi est encore en voie de formation, que déjà on voit apparaître (fig. 57, 58, 59 et 60) les éléments de la couche moyenne comme le résultat d'une multiplication par scission dans la région extérieure des cellules de la couche médullaire. Je n'en poursuivrai pas plus loin l'étude, parce que les coupes pratiquées sur des filaments qui, chez le *Lem. ciliata*, sont trop muqueux pour se prêter à l'opération sans un commencement de dessiccation à l'air libre, modifient, au moins quant à la forme, les jeunes cellules de la couche superficielle. Leurs dispositions sont d'ailleurs de tous points conformes à ce qui existe chez le *Lem. catenata*, dont les fructifications, même à un état très-jeune, ont assez de consistance pour rendre possible l'exécution des coupes à l'instant même où on les retire de l'eau. Mais avant de passer à la seconde section, il me reste deux points à examiner. — Comment s'établit la continuité entre la cavité intérieure des divers segments? — Comment se produit la ramification des filaments fructifères, très-abondante dans certaines espèces?

Si l'on fait des coupes longitudinales sur un jeune filament dans la région où les articulations des segments cessent d'être distinctes, et si l'on est assez heureux pour comprendre l'axe dans une tranche mince, on y trouve de nouveaux renseignements. Dans une coupe semblable (fig. 61) seront nettement représentés : — les rapports de l'axe central HK, longuement articulé, avec les tubes latéraux, *bab'*, *dcd'*, *fef'*, *lm*; — l'extension des tubes latéraux sur la couche médullaire jusqu'à la région moyenne comprise entre deux ramifications cruciformes successives; — la non-concordance des articulations de l'axe avec cette région moyenne, articulation qui se trouve rapprochée de la ramification cruciforme, ce qui indique que les segments du filament complet ne coïncident pas exactement avec les divisions de l'axe central, quant à la position; — et enfin, aux articulations H et K de l'axe, une bandelette de substance muqueuse encore consistante, comme preuve de la résorption des cloisons aux articulations primitives. La ramification cruciforme étant encore empâtée dans la substance muqueuse, il y a lieu de croire que la disparition des cloisons et de la gangue muqueuse occupant la cavité primitive, se fait à la même époque, c'est-à-dire après la formation de la couche médullaire de la paroi.

La manière dont s'effectue la ramification des filaments fructifères est des plus claires, et se trouve indiquée fig. 9, aux points *a*, *b*, *c*, et fig. 52 au point *d*. Une ramification naît de l'une des cellules des tubes latéraux par une protubérance externe, qui bientôt se divise transversalement à la manière de la cellule terminale du filament fructifère primitif. La ramification de la fructification est donc la conséquence d'une ramification primitive des tubes latéraux ou placentaires.

Le mode de développement de la couche médullaire doit appeler l'attention, parce qu'il est de nature à faciliter la marche du rameau gynégène à travers la paroi du tube. Pour éviter des répétitions, je traiterai ce point dans la seconde section.

2^e^ SECTION. — *Lemanea catenata* Kütz. — La comparaison des fructifications naissantes chez le *Lem. ciliata* ou le *Lem. fluviatilis* et chez le *Lem. catenata* met en évidence des caractères différentiels qui accusent de plus en plus la séparation des deux sections. Pour la seconde, le rameau fructifère dans sa forme primitive, alors qu'il n'est encore formé que par une série unique de cellules, est à la fois et plus large et plus court ; en outre, la forme discoïdale de ses éléments cellulaires est plus caractérisée; dans chaque segment (fig. 64), le nombre des séries linéaires est rapidement porté à huit, les tubes latéraux ou placentaires seront donc ici plus nombreux. Ce fait sera la conséquence du mode de division des quatre cellules périphériques (fig. 65) formées par une première division de la cellule discoïdale primitive. Comme ici toutes mes coupes ont été exécutées sur des échantillons frais, je pourrai insister davantage sur les différents modes de multiplication des cellules.

La coupe reproduite figure 65 est des plus heureuses, elle passe par l'une des premières cellules primitives (fig. 64) dont la division commence à se dessiner. Deux divisions, *a*, *b*, sont complètes; deux autres, *c* et *d*, ne sont qu'indiquées. Si l'on remarque que l'espace central qui deviendra l'axe est beaucoup plus pâle que les divisions périphériques, on serait tenté de croire que la division est précédée d'une sorte de segmentation de l'endochrome autour des points qui deviendront le centre des quatre cellules périphériques. Ces quatre cellules vont se diviser de nouveau (*l*, *m*, fig. 64), toujours dans leur portion périphérique, en trois ou quatre cellules *n*, *o*. — La première division a constitué les bras de la croix (*a*, *a*, *a*, *a*, fig. 30), et la seconde les premiers éléments des tubes latéraux *b*, *b*..., *b*. Il arrive assez fréquemment que le nombre des tubes latéraux *b* articulés à l'extrémité d'un bras de la croix *a*, au lieu d'être de quatre, deux ascendants et deux descendants, se trouve réduit à trois ou même à deux. Ces variations trouvent une explication dans le mode de division des cellules périphériques (*a*, *b*, *c*, *d*, fig. 65). Mais lorsqu'un bras de la croix n'a donné qu'un seul tube latéral ascendant ou descendant, celui-ci se dédouble fréquemment par bifurcation, de telle sorte qu'aux extrémités d'un segment déjà long (*v*, fig. 64), les séries linéaires qui représentent les tubes latéraux peuvent encore se trouver au nombre de huit.

Ces observations rendent compte des différences qu'offrent les coupes transversales exécutées dans un filament dont la structure (fig. 64) ne représente que l'axe central et les tubes latéraux. On pourra trouver, autour de l'axe central, ces tubes latéraux, au nombre de six (fig. 67), de sept ou de huit (fig. 68). La transition se trouve représentée figure 66 par la division longitudinale de deux cellules *b*, *b'*.

Ces jeunes cellules sont si richement pourvues d'endochrome, qu'il est généralement impossible de constater dans le contenu l'existence d'un élément histologique important, le noyau de la cellule; il n'est apparent (fig. 68) que sur des tranches si minces, qu'on est très-surpris d'avoir pu les exécuter.

Avant d'aller plus loin, je reviendrai encore une fois sur une observation que j'ai déjà faite pour la section précédente : les séries linéaires représentant les tubes latéraux semblent faire partie d'un tissu continu, mais, en réalité, elles sont indépendantes par leur mode de développement, elles ne sont que juxtaposées et maintenues autour de l'axe par une gangue muqueuse, toutefois moins abondante ici que chez les espèces de la première section.

Je passe maintenant au développement des parois du tube.

L'examen des figures 69 et 71 indique le mode de formation d'une nouvelle couche dont les éléments, sur un filament complétement développé, seront assez distants les uns des autres, puisqu'ils sont appelés à former les cellules piriformes (*s*, *s'*, *s''*, fig. 27, 28, 29) qui servent de trait d'union entre les tubes latéraux et la couche médullaire.

La figure 69 représente une coupe dans laquelle l'axe central est séparé, par une matière mucilagineuse, d'une couronne de huit cellules appartenant à huit tubes latéraux. Dans la partie périphérique de chacune d'elles apparaissent généralement deux points plus foncés, qui paraissent être des centres autour desquels se réunit la matière colorante, l'endochrome. Ces régions plus foncées s'étendent, deviennent plus marquées (fig. 71), et bientôt apparaissent des cloisons obliques qui séparent la cellule en trois parties, deux extérieures et latérales, et une intérieure beaucoup plus pâle, avec ce caractère de présenter un prolongement qui s'étend entre les deux parties externes et latérales, de manière à les rendre indépendantes. Les parties externes s'accroissent en se portant en dehors et feront partie d'une nouvelle enveloppe cellulaire (fig. 72), circonscrivant pour le moment les tubes latéraux, dont la section est devenue très-pâle, tandis que la couche externe est fortement colorée par l'endochrome. La section des tubes latéraux, arrondie du côté interne, offre du côté externe deux parties droites par lesquelles ils resteront articulés avec les deux cellules que chacun d'eux a produites. Cette disposition apparaît avec une remarquable régularité dans la figure 73, dont le centre est occupé par la ramification cruciforme comprise dans la tranche mince un peu au-dessus de la coupe vue par sa face inférieure ; les teintes si différentes des tubes latéraux et de la couche qui les enveloppe sont parfaitement d'accord avec le mouvement de l'endochrome que j'ai signalé.

Dans la première section, chaque bras de la croix (fig. 21, pl. III) fait partie intégrante du tube latéral correspondant; dans la seconde, il n'en est plus ainsi : chacun d'eux se trouve rattaché à la couche médullaire par une cellule piriforme (P, fig. 26 et 27, pl. IV). Cette cellule (*c*, *c*, *c*. fig. 74, pl. VII) fait partie de la couche dont je viens d'examiner le mode de développement, et résulte d'une scission transversale à l'extrémité de la cellule cylindrique *a* qui constitue la branche correspondante de la ramification cruciforme. J'ai déjà fait observer que tous les éléments de la couche précédente, couche externe des figures 72 et 73, seront plus tard séparés et se trouveront en saillie sur la couche médullaire (cellules piriformes, fig. 26, 27, 28 et 29).

Cette couche résulte (fig. 74) d'un double procédé de multiplication des cellules de la précédente. En premier lieu, il se produit par scission latérale de nouveaux éléments *d*, *d* qui s'introduisent en forme de coins entre les éléments primitifs et déterminent un premier accroissement en diamètre. En second lieu, par une double scission périphérique *c*, *c*, *c*, circonscrivant deux régions où s'est agglomérée la plus grande partie de l'endochrome.

Les parties élémentaires de la couche médullaire prennent un accroissement rapide, leur volume devient relativement énorme, et nous les retrouvons en couche continue dans les figures 30 et 31.

Le volume exceptionnel des éléments cellulaires de cette couche a pour conséquence immédiate et directe l'extension en diamètre de la cavité intérieure du filament; alors (fig. 31) la substance muqueuse se rétracte ou se résorbe en partie, le tube devient réellement creux avec l'axe *a* au centre et les tubes latéraux *b*, *b*, *b*...*b* parallèles à la paroi interne.

Le mode de formation de la couche moyenne se fait identiquement de la même manière que celui de la couche médullaire ; les éléments (fig. 30 et 31), au moins deux fois plus nombreux, seront plus petits, et se distingueront d'ailleurs par la teinte un peu plus foncée que leur donne une petite quantité de matière colorante.

Dans les figures 30 et 31, la couche externe ou corticale est en voie de formation; si l'on veut bien porter son attention sur les points désignés par la lettre *f*, on acquerra la conviction qu'elle résulte encore essentiellement d'une double scission périphérique des divers éléments de la couche moyenne. Dans cette couche une fois formée, il se produit ultérieurement une multiplication des éléments cellulaires par une scission latérale introduisant de nouveaux éléments cunéiformes *g*, *g*...*g*.

En résumé, après la formation des séries linéaires représentant les tubes latéraux ou placentaires, le mode de développement des éléments ultérieurs est uniforme et des plus simples. Chaque cellule se divise en trois, l'une, intérieure, restant au groupe déjà formé, et deux périphériques, appartenant à une couche-enveloppe nouvelle. La paroi de la cavité est constituée par un ensemble de faisceaux coniques régulièrement dichotomisés dont les points de départ se trouvent, soit sur les tubes latéraux ou placentaires, soit sur les extrémités des bras de la ramification cruciforme; toutefois il faudrait ajouter que, après chaque dichotomisation, les éléments de la couche nouvelle peuvent s'augmenter par scission longitudinale et latérale donnant les cellules cunéiformes que j'ai plusieurs fois fait remarquer.

Il résulte de là que la paroi du tube n'est pas formée par un tissu compacte, et que le rameau gynégène s'y frayera facilement une voie pour aller recevoir l'action fécondante des anthéridies extérieures. L'harmonie que révèle cette structure est saisissante, elle frappera l'esprit du lecteur curieux de connaître les raisons des choses. Dans la nature se rencontrent à chaque pas des mystères que des observations attentives feront évanouir.

Les phénomènes de la fécondation accomplis, la gangue muqueuse interposée entre les éléments de la paroi prend plus de consistance et les réunit en un tissu cellulaire compacte, ferme, résistant, à l'abri duquel s'effectuera, dans la cavité intérieure, le développement des faisceaux de filaments sporifères.

On a dû remarquer que, dans le progrès du développement, l'endochrome n'est abondant que dans la couche la plus extérieure de nouvelle formation. On pourrait rendre compte de ce fait, en disant qu'il se métamorphose dans la couche ancienne devenue interne ; mais mes observations ne me permettent pas de partager cette manière de voir : l'endochrome me paraît se concentrer autour des régions qui seront circonscrites par des cloisons pour former un rang de cellules plus externes.

Développement des anthéridies. — Dans la question du développement des anthéridies, il n'y a plus aucun intérêt à séparer les deux sections, les faits sont identiquement les mêmes dans l'une et l'autre. Les anthéridies extérieures correspondent, en général, très-exactement à la région de la partie interne où viennent se terminer les *tubes latéraux* ou *placentaires* de deux segments voisins.

Cette paroi étant constituée par des faisceaux dichotomisés dont le point de départ se trouve à chacune des cellules des tubes latéraux, il y avait lieu de rechercher si les sacs anthéridifères ne sont point terminaux à l'extrémité libre des faisceaux dichotomisés issus de la dernière cellule de chaque tube latéral. Les coupes figurées sous les n^os^ 32 et 33 (pl. IV) n'ont pas été exécutées avec l'idée préconçue de mettre en lumière cette considération, et cependant, si l'on veut porter son attention sur les cellules *a*, *b* (fig. 32), on reconnaîtra sans peine qu'elles sont l'origine des faisceaux $a\,a'a''$, $b\,b'\,b''$; de même, dans la figure 33, les cellules a, b, c sont le point d'origine des faisceaux semblables $aa'a''$, $bb'b''$, $cc'c''$.

Une autre considération vient à l'appui de cette manière de voir : dans la première section, au contact de deux segments, les extrémités rapprochées des *tubes latéraux* sont en général au nombre de dix, tandis que, dans la seconde, ce nombre est compris entre seize et vingt. Dans la première section, les régions anthéridifères sont isolées et disposées en verticilles ; dans la seconde, elles forment généralement une bande annulaire continue.

Chez une variété (*botriophora* Kütz.) du *Lem. fluviatilis*, la disposition anormale des anthéridies fournirait d'utiles renseignements sur leur mode de développement. Cette variété existe dans la Mayenne, aux environs de Château-Gontier, mais les démarches que j'ai faites pour me la procurer à l'époque de l'anthèse sont restées sans succès.

Dans les régions anthéridifères, la structure de la paroi ne commence à se modifier que dans la couche moyenne. Les éléments cellulaires, considérablement réduits dans leurs dimensions, y forment deux ou trois couches et sont riches en matière colorante qui leur donne une teinte foncée. Les cellules de la couche externe produisent, par le mode de multiplication qui a présidé à la formation des couches plus intérieures, une nouvelle couche de cellules cylindriques indépendantes, pâles, renfermant un contenu finement granulé, presque incolore, et c'est au sommet de ces cellules que naissent par bourgeonnement les sacs anthéridifères. Ce sont d'abord de petits corps opalins globuleux; plus tard ils s'allongent et prennent définitivement la forme de cellules courtement cylindriques.

Les sacs anthéridifères subissent fréquemment une dégénérescence et se transforment en filaments sétiformes articulés au sommet des cellules cylindriques: sur des fructifications tardivement développées, cette transformation peut être complète; elle est fréquente sur le contour des régions occupées par les anthéridies.

J'ai décrit au paragraphe 2 les sacs anthéridifères, leur mode de déhiscence et les anthéridies à l'époque de l'anthèse, je n'ai plus que quelques mots à ajouter sur les phénomènes consécutifs. Les sacs anthéridifères disparaissent bientôt après la chute des anthéridies, mais la couche des cellules cylindriques persiste et finit par se fondre dans la couche corticale. Alors le contenu se modifie; de pâles qu'elles étaient, elles prennent une teinte analogue à celles des parties voisines, bien qu'un peu plus claires.

Dans un certain nombre d'espèces, le tissu basilaire des sacs anthéridifères prend, après leur chute, un accroissement très-sensible résultant, moins d'une multiplication des éléments primitifs que d'une augmentation dans leur volume. Les cellules cylindriques de la couche la plus externe, d'abord arrondies et indépendantes, prennent la forme pyramidale et constituent un tissu très-compacte. Telle est le plus souvent l'origine de ces éminences mamelonnées que les auteurs ont décrites sous le nom de *papilles*.

Parfois le tissu basilaire des anthéridies subit une véritable hypertrophie ; alors les papilles prennent une disposition anormale, elles sont noueuses, irrégulièrement lobées. Ainsi s'expliquent certaines formes exceptionnelles remarquées à cause de la singulière disposition de ces papilles (*Lem. fluviatilis* var. *botriophora*, Kütz.).

Chez la plupart des espèces de la première section, les *papilles* ne sont que peu ou point apparentes à l'époque de l'anthèse ; c'est là un fait sur lequel l'attention doit se fixer, car si l'on invoque ces papilles comme caractère spécifique, il est indispensable d'en faire un examen comparatif, d'abord à l'époque de l'anthèse et ensuite à la maturité. Dans la seconde section, l'hypertrophie du tissu basilaire des anthéridies me paraît très-rare ; toutefois je l'ai observée chez les *Lemanea annulata*, *nodosa*, *catenata*.

Développement des rameaux gynégènes. — Les rameaux gynégènes apparaissent normalement sur la face externe et pariétale des tubes *latéraux* ou *placentaires*, exceptionnellement sur les cellules qui fixent ces tubes à la couche médullaire de la paroi. Les éléments cellulaires des tubes latéraux paraissent être le siége d'un mouvement vital très-actif ; leur contenu, riche en matière protéique dissoute, ou solide à l'état granulé ou floconneux, est mélangé de gouttelettes plus ou moins volumineuses d'une substance plus fluide. Ils n'ont pas encore atteint leur forme définitive lorsque le premier rudiment d'un rameau gynégène commence à se montrer sous l'aspect d'une protubérance latérale. Cette protubérance, d'abord en libre communication avec la cavité, ne tarde pas à former une cellule complète par le rapprochement des bords de l'excavation qui s'était produite dans la paroi.

Le rameau gynégène, ainsi représenté par une première cellule, en acquiert deux par scission transversale, et continue à s'allonger par la division transversale de la cellule ultime jusqu'à ce qu'elle ait pénétré dans les méats intercellulaires de la couche médullaire. Alors cette dernière cellule ne se divise plus, mais s'allonge, devient cylindrique, s'insinue dans l'intérieur de la paroi jusqu'à ce que son extrémité devienne libre à la surface externe. Cette dernière cellule est le trichogyne.

Parfois le rameau gynégène repose par deux cellules sur le tube latéral ; ce cas résulte d'une double scission dans la cellule primitive : l'une transverse, qui allonge le rameau; l'autre longitudinale, dans la moitié adhérente au tube latéral, qui en étend la base.

§ 5.

Définitions. — Classification.

Caractères de la famille des Lémanéacées. — Les Algues d'eau douce classées dans la famille des Lémanéacées se rencontrent, soit sur le lit rocailleux des ruisseaux et des rivières à pente rapide, soit aux chutes naturelles ou artificielles résultant de barrages ou d'écluses, principalement au-dessous des vannes de moulins.

Ces Algues *vivaces* sont représentées, dans l'intervalle de deux périodes de végétation, par un *système radicant* constitué, soit par des filaments rameux à cellules courtes, ovoïdes, cylindriques ou polyédriques suivant l'état d'agglomération, soit par des mamelons proembryoniformes.

Le *thalle* naît par bourgeonnement à la surface libre du *système radicant.* Il se compose de filaments capillaires constitués par une série unique de cellules cylindriques, dressés, rameux, dont la longueur n'atteint qu'exceptionnellement 7 à 8 millimètres. Dans la grande généralité des espèces, ces filaments, d'abord peu nombreux, se multiplient par un nouveau bourgeonnement sur des radicelles émises par la partie basilaire des filaments caulinaires primitifs, et finalement se présentent sous la forme de *petites touffes cespiteuses*. Chez la plupart des espèces, le *thalle s'éteint* après avoir produit des *rameaux fructifères qui deviennent indépendants, se fixent et se nourrissent par un système spécial de filaments radicellaires issu de leur base;* d'où il résulte qu'à chaque période de végétation, l'*espèce est représentée par deux individus, l'un végétatif, l'autre fructifère.*

Les *organes de la fécondation* mâles et femelles, *anthéridies* et *trichogynes*, apparaissent sur un *rameau* transformé en une longue production filiforme ou sétacée; simple ou rameuse, extérieurement divisée en segments identiques, soit *par des verticilles d'éminences mamillaires plus ou moins accusées*, soit *par des renflements régulièrement espacés;* creusée intérieurement d'une cavité, dont le centre est occupé par un axe articulé *nu ou enveloppé de filaments qui le contournent en spirale.* Chacune des cellules de cet axe correspond avec un segment externe et produit une ramification cruciforme dont les prolongements s'étendent parallèlement aux parois internes pour constituer des tubes *latéraux* ou *placentaires.*

Les *anthéridies*, courtement cylindriques, se développent extérieurement sur un tissu basilaire spécial situé, soit au lieu et place d'*éminences verticillées* qui en représentent le tissu basilaire considérablement accru après l'anthèse (*papilles* des auteurs), soit aux *sommets des renflements*, avec une disposition annulaire régulière ou irrégulière, continue ou interrompue.

Le *trichogyne*, longue cellule cylindrique transparente, hyaline, simple ou rameuse, termine un ramuscule (*rameau gynégène*) court, qui, prenant naissance sur le côté externe des *tubes latéraux* ou *placentaires*, pénètre dans l'épaisseur de la paroi et fait saillie au dehors par son extrémité libre.

Après la fécondation, le trichogyne s'atrophie et la cellule (ou les cellules) basilaire émet, par bourgeonnement, un faisceau de filaments articulés, moniliformes, rameux à l'origine, inclus séparément dans une gaîne transparente, anhiste, primitivement muqueuse. A la maturité, chacun de ces articles devient une *spore.*

La germination des spores, dans les conditions normales, produit un *proembryon mamelonné* ou *diffus*, d'où s'élève ensuite le thalle ?

Genres. — Jusqu'alors toutes les espèces avaient été réunies dans un genre unique sous le nom de *Lemanea* (Bory); mais ces espèces se groupent autour de deux types bien distincts dont les caractères différentiels les plus apparents se trouvent dans la forme des filaments fructifères; cylindriques ou sétacés, avec des verticilles d'éminences mamillaires chez l'un, offrant des renflements régulièrement espacés chez l'autre. Je propose de ne conserver dans le genre *Lemanea* que les espèces dont la fructification affecte la forme toruleuse, et de créer pour les autres un nouveau genre qui prendra la dénomination de *Sacheria*, le dédiant à M. Sacher, préparateur de la Faculté des sciences de Rennes, naturaliste dont le mérite et la modestie ont pu être appréciés par tous les savants qui, voulant étudier la Bretagne au point de vue de la botanique, de la géologie ou de la conchyologie, se sont mis en rapport avec lui.

Les caractères différentiels des deux genres sont résumés dans le tableau suivant :

Caractères différentiels des deux genres.

	SACHERIA.	LEMANEA.
Thalle............	Très-fugace, ordinairement peu rameux, souvent pilifère.	Persistant au moins dans les parties stériles, très-rameux, jamais pilifère.
Filaments fructifères.	Cylindriques ou sétacés, généralement ramifiés, plus rarement simples.	Toruleux, régulièrement renflés de distance en distance, normalement simples.
Axe central.........	Nu....................	Entouré de filaments le contournant en spirale (filaments axillaires).
Chaque bras de la croix formé d'une cellule.	Rameuse, trigone avec deux branches pariétales.	Cylindrique, reliée à la paroi par une cellule piriforme.
Tubes latéraux ou placentaires.	Primitivement quatre.......	Primitivement six à huit.
Ramification inférieure des faisceaux de filaments sporifères formés de cellules.	Longuement cylindriques....	Courtes et ovoïdes.

Genre SACHERIA Sirdt.

Analyse des espèces trouvées dans le département d'Ille-et-Vilaine.

1 Filaments fructifères brusquement atténués à la base en un pédicelle cylindrique, simple ou rameux.. 2
Filaments fructifères généralement insensiblement atténués à la base........ 4

2 Filaments fructifères d'un noir violacé, noircissant par la dessiccation....... 3
Filaments fructifères d'un vert jaunâtre, olivâtre ou brunâtre, prenant une teinte plus sombre par la dessiccation.......................... *Sach. rigida.*

3 Thalle peu rameux, çà et là pilifère. — Papilles anthéridifères ordinairement verticillées par trois................................ *Sach. fluviatilis.*
Thalle très-rameux. — Sommités très-pilifères, poils souvent fasciculés par deux, trois. — Papilles anthéridifères peu proéminentes, visibles seulement par places, verticillées par trois-sept............................ *Sach. ciliata.*

4 Filaments fructifères, jamais groupés à leur point de fixation en touffes volumineuses, serrées, — à la maturité d'un jaune olivâtre. — Ramification supérieure du thalle unilatérale.................................... *Sach. fucina.*
Filaments fructifères groupés à leur point de fixation en touffes volumineuses, compactes. — A la maturité, d'un noir violacé ou brunâtre................ 5

5 Papilles anthéridifères, verticillées par deux, quatre, très-proéminentes. — Ramifications des filaments fructifères nombreuses, sétacées, souvent fasciculées. *Sach. mamillosa.*
Papilles anthéridifères, verticillées par trois-sept, souvent confluentes, plus ou moins effacées. — Dernières ramifications des filaments fructifères longuement sétacées ou flagelliformes, thalle très-pilifère..................... *Sach. ciliata.*

1. **Sacheria fluviatilis** Sirdt. — *Lemanea fluviatilis* (Agardh). — *Lem. fluviatilis* (Kütz., *Spec. Alg.*, p. 527, et *Tabulæ phycologicæ*, vol. VII, pl. 82). — *L. fluviatilis* (Rabenhorst, *Flora Europæa*, p. 411). — *Polysperma fluviatilis* (Vaucher, *Conferves d'eau douce*). — *Chantransia fluviatilis* (DC., *Flore française*, vol. II). — *Lem. fluviatilis* (Crouan, *Florule du Finistère*, pl. 9, fig. 64). — *Lem. corollina* (Bory, *Annales du Muséum*, t. XII, table 21, fig. 2). — Thalle en touffes diffuses, s'étendant par de nouvelles générations d'éléments caulinaires sur des filaments longuement radicants; rameux à la base. — Rameaux généralement simples, alternes ou opposés par un bourgeonnement ultérieur au sommet des cellules qui ont produit de pre-

miers rameaux alternes ; à la fin pilifères ; les poils articulés sur des ramuscules généralement unicellulaires.

Longueur. — Environ 2 millimètres.

Filaments fructifères : généralement confinés à la base du thalle ; d'un noir violacé rougissant l'eau dans laquelle ils s'altèrent ; longuement sétacés ; brusquement atténués à la base en pédicelle cylindrique ; souvent simples, parfois rameux, et alors rameaux généralement fasciculés par rapprochement de leur point d'insertion sur le filament principal.

Papilles anthéridifères ordinairement verticillées par trois, peu saillantes, souvent arrondies. — Verticilles régulièrement espacés, rapprochés au sommet.

Thalle : *novembre-décembre.* — Fécondation : *janvier-mars.* — Maturité : *mai-juin.*

Habit. — Ruisseau de Beaufort (en Plerguer, arrondissement de Saint-Malo).

Observation. — La longueur des filaments fructifères est si essentiellement liée à la vitesse du courant, qu'elle éprouve d'une année à l'autre des variations très-considérables. Les fructifications restent rudimentaires dans un courant trop faible.

2. Sacheria ciliata Sirdt. — Thalle en touffes serrées bien circonscrites, très-rameux au sommet, rameaux et ramuscules alternes, exceptionnellement opposés ; très-radicant ; sommités pilifères, poils articulés au nombre de un, deux, trois, sur une très-petite cellule basilaire.

Longueur. — 3 ou 4 millimètres.

Filaments fructifères : apparaissant à une hauteur variable sur le thalle, parfois jusque dans la ramification supérieure ; d'un noir violacé, noirs après dessiccation, généralement insensiblement atténués à la base ou portés sur un pédicelle cylindrique peu distinct ; rameux ; dernières ramifications souvent ondulées, flagelliformes, longuement sétacées. Papilles anthéridifères petites, verticillées par 3-8, rarement bien distinctes, surtout au sommet.

Thalle : *décembre-février.* — Fécondation : *février-avril.* — Maturité : *mai-juin.*

Habit. — Betton, écluse du Haut-Chalet (ou Vau-Chalais), canal d'Ille-et-Rance.

Observation.— Cette espèce est très-distincte du *Sach. fluviatilis*, surtout par le thalle. Toutefois, à ne considérer que les filaments fructifères, on trouverait encore des caractères suffisants pour différencier les échantillons appartenant à ces deux espèces : — dans la manière dont ils sont atténués à la base, — dans le mode de ramification, — et enfin et surtout dans l'étude des verticilles des papilles anthéridifères.

3. **Sacheria rigida** Sirdt. — *Lem. dichotoma* DC. — *Conferva torulosa* (Roth., *ex parte*). — *Lem. torulosa* (Kütz., *Spec. Alg.* et *Tabulæ phycologicæ*, vol. VII, pl. 84, fig. 2). — Thalle tellement réduit que parfois les fructifications paraissent se développer immédiatement sur le tissu proembryoniforme; diffus; essentiellement radicant; atteignant exceptionnellement 1 millim. 1/2, et alors rameux; rameaux d'abord alternes, puis unilatéraux.

Filaments fructifères : gros, rigides, étroitement confinés sur les premières cellules basilaires du thalle; olivâtres ou jaune verdâtre, ne noircissant pas par la dessiccation; surmontant de longs pédicelles cylindriques simples ou rameux ; tantôt simples, soit longuement flagelliformes, soit courts et fortement arqués ; tantôt ramifiés. — Rameaux soit en petit nombre paraissant résulter de une, deux ou trois bifurcations inférieures, soit nombreux, et alors échelonnés tout le long de l'axe principal. Papilles anthéridifères plus ou moins régulières, verticillées par 3-7, planes, souvent confluentes, tantôt nulles en apparence, parce qu'elles ne s'élèvent pas au-dessus de la face extérieure du filament, tantôt proéminentes.

Le faisceau de filaments fructifères est souvent mélangé à sa base de filaments capillaires qui ne sont autre chose que des filaments réduits au pédicelle, soit par rupture, soit par avortement.

Thalle : *décembre-janvier.* — Fécondation : *février-mars.* — Maturité : *avril-mai.*

Habit. — Vilaine canalisée; écluses de Bourg-des-Comptes et de la Molière. — Ruisselet du vallon de Saint-Lazare, près de Montfort.

Observation. — La végétation de cette espèce est soumise à de fortes variations, parce qu'elle ne croît que dans les eaux peu profondes dont le retrait laisse fréquemment à sec la station. Pour l'observer dans son développement normal, il faut la rencontrer sur de larges barrages dont la nappe d'eau, en raison de son étendue, ne subit que de faibles variations en épaisseur pendant les crues ou les temps de sécheresse. Elle se reconnaît immédiatement, parmi les espèces avec lesquelles elle peut être mélangée, par la couleur jaune olivâtre de ses filaments fructifères à l'état frais. Entre les échantillons recueillis sur les barrages de Bourg-des-Comptes, de la Molière, et ceux du vallon de Saint-Lazare, il existe des différences assez accentuées ; mais l'identité du thalle ne permet pas de s'égarer dans la détermination.

Je n'ai pas conservé à cette espèce la dénomination de *dichotoma*, parce qu'elle ne fait allusion qu'à une forme exceptionnelle de la ramification.

Var. Viviana. — Sur la lisière sud de la forêt de Paimpont, au hameau de la Guette, il existe plusieurs sources, dont la plus remarquable, celle de Mouille-Croûte, est le point de départ d'un ruisseau qui s'engage immédiatement dans la forêt et descend par un vallon rapide dans le Val-sans-Retour. Au sommet de ce vallon, à une distance de la fontaine de Mouille-Croûte difficile à apprécier, mais qui n'est pas supérieure à un kilomètre, le ruisseau coule sur un rocher d'une inclinaison de 20 à 25 degrés, dont la surface, au 29 avril 1871, était couverte d'un *Lemanea*. La localité, par son altitude et son rapprochement de la source du ruisseau, présentait un intérêt particulier. Les échantillons les plus jeunes ont été recherchés avec persistance pour permettre l'étude du thalle, mais il n'en restait que des vestiges sur lesquels il n'y avait plus possibilité de compter pour une détermination spécifique. Les filaments fructifères, brusquement atténués à la base en un court pédicule cylindrique, sont arqués, rameux; les rameaux, peu nombreux à la base, sont souvent fasciculés sur la moitié supérieure. Les papilles anthéridifères verticillées par 3-7, fréquemment confluentes en tubercules noueux, avec surface anthéridifère plane, sont tantôt peu distinctes, tantôt très-saillantes, surtout aux sommités. Ces filaments, de couleur olive plus ou moins foncée, prennent une teinte plus sombre par dessiccation, mais sans noircir.

Les échantillons de cette localité, comparés avec ceux de la station de Saint-Lazare, près de Montfort, ne permettent pas d'éloigner ce type du *Sacheria rigida*. Au premier abord, il peut paraître assez éloigné de la forme normale, mais ses incontestables rapports avec les échantillons recueillis dans le vallon de Saint-Lazare, et dont le thalle est connu, dissipent tous les doutes qui pourraient s'élever à ce sujet. La dénomination de *Viviana* donnée à cette variété est empruntée à la légende qui fait du Val-sans-Retour le théâtre des amours de la *fée Viviane* et de l'*enchanteur Merlin*.

Parmi les formes nombreuses qu'affecte le *Sacheria rigida*, il en est qui reproduisent si exactement le type avec lequel Kützing a fait son *Lemanea torulosa* (*Conferva torulosa* de Roth), que j'ai lieu de croire qu'après l'étude du thalle nécessaire pour conduire à une solution nette de la question, cette espèce sera fondue dans le *Sacheria rigida*, et ne représentera plus que l'une de ces nombreuses variations dues à des influences de milieu.

4. Sacheria fucina Sirdt. — *Lemanea fucina* Bory. — Thalle nettement caractérisé : par la forme mamelonnée du tissu proembryoniforme sur lequel il se développe par bourgeonnement; par le petit nombre de ses éléments caulinaires, jamais réunis

en touffes cespiteuses, par ses ramifications alternes sur la première moitié de l'axe principal, unilatérales sur la moitié supérieure du rameau primaire. Sommités parfois pilifères.

Longueur du thalle, environ 2 millimètres.

Le rameau fructifère apparaît à une hauteur variable au milieu de la ramification alterne de l'axe principal.

Filaments fructifères : d'abord d'une couleur vert sombre violacé, à la fin jaune olivâtre (couleur de Fucus) ; insensiblement atténués à la base ; extrêmement rameux, l'axe principal s'effaçant le plus souvent après avoir atteint la mi-hauteur de la ramification. Dernières ramifications longuement flagelliformes.

Papilles anthéridifères généralement peu apparentes et verticillées par trois ; verticilles souvent incomplets sur les derniers rameaux, alors réduits à une ou deux papilles.

Thalle : *novembre-décembre*. — Fécondation : *février-mars*. — Maturité : *juin*.

Habit.— Le Canut et le Trémelin, ruisseaux affluents de la rive droite de la Vilaine, au-dessous de Rennes (sur le schiste rouge).

Observation. — Kützing (*Species Algarum*) et Rabenhorst (*loc. cit.*) réunissent dans la même espèce le *Lem. fucina* Bory et le *Lem. dichotoma* DC. Bory (*loc. cit.*) au contraire soutient leur distinction spécifique. Mes observations sur le thalle, sur l'insertion des rameaux fructifères, sur leur forme à la maturité, confirment la manière de voir de Bory. La comparaison des échantillons récoltés fin *mai* et *juin* dans les circonstances normales ne peuvent laisser le moindre doute à ce sujet ; les filaments gros, rigides et cornés du *Sacheria rigida* ne peuvent être confondus avec les filaments capillaires du *Sacheria fucina*. Entre ces deux espèces il ne peut y avoir de commun que la couleur.

5. Sacheria mamillosa Sirdt. — Thalle inconnu.

Filaments fructifères : d'un vert obscur teinté de violet, presque noirs après dessiccation ; rapprochés à leur insertion en touffes volumineuses et serrées ; généralement insensiblement atténués à la base, souvent pédicellés, surtout lorsqu'ils atteignent de grandes dimensions; extrêmement rameux sur toute la longueur de l'axe principal toujours distinct et dépassant longuement les rameaux. — Rameaux isolés ou fasciculés, très-atténués à l'extrémité, très-souvent capillaires.

Papilles anthéridifères, très-distinctes, proéminentes, même à l'époque de l'anthèse, régulièrement verticillées par 3 ou 4, verticilles régulièrement espacés, rapprochés au sommet.

Maturité : *mai-juin.*

Habit. — Ruisseau de la fontaine de la Touche-Guérin (limite sud de la forêt de Paimpont).

Suivant Rabenhorst, le *Lem. mamillosa* Kütz. ne serait qu'une variété du *Lem. fucina* Bory, et Kützing fait du *Lem. fucina* une variété capillaire du *L. mamillosa.* — La question ne peut être complétement résolue que par l'examen comparé du thalle dans les deux types; malheureusement le ruisseau de la fontaine de la Touche-Guérin prend en hiver un état torrentiel qui s'oppose à toute espèce de recherches. Cependant si l'on fait observer : — que les filaments fructifères du *L. mamillosa* sont rapprochés en touffes denses et serrées, ce qui n'arrive jamais chez le *L. fucina;* — que le mode de la ramification dans ces deux types est très-différent; — que les dernières ramifications, courtes et très-atténuées chez le *L. mamillosa*, sont longuement capillaires chez le *L. fucina;* — que les papilles anthéridifères présentent, à l'époque de l'anthèse, des différences très-caractéristiques, de fortes raisons militent en faveur de leur distinction spécifique.

Var. SUBTILIS. — Au *Sacheria mamillosa* se rattache une variété remarquable par son élégante délicatesse et la régularité de ses papilles anthéridifères, c'est la variété *subtilis* de Kützing. J'en ai récolté deux touffes fort remarquables sur les portes de fer de l'écluse de la Molière (Vilaine canalisée), un peu au-dessous de Bourg-des-Comptes.

Si le *Sacheria mamillosa* devait rentrer comme variété dans le *L. fucina*, la variété *subtilis* établirait la transition. Dans mes trois séries d'échantillons, il s'en trouve bien quelques-uns qui indiqueraient un passage; mais comme ils ont été récoltés à des époques différentes, je m'abstiens de conclure. La comparaison entre les filaments fructifères n'est possible qu'autant qu'ils ont été récoltés en *mai-juin;* j'insiste sur ce point, pour faire écarter de la discussion toute préparation qui ne porterait pas de date précise.

GENRE LEMANEA Bory.

Analyse des espèces connues dans le département d'Ille-et-Vilaine.

1	Région anthéridifère constituant, dans la partie moyenne des renflements, un anneau continu, large, régulier ou irrégulier	2
	Région anthéridifère constituant, dans la partie moyenne des renflements, une bande très-étroite, irrégulière, continue ou interrompue	3
2	Région anthéridifère en forme d'anneau régulier. Renflements des filaments fructifères régulièrement fusiformes	*L. annulata* Kütz.
	Région anthéridifère en forme d'anneau irrégulier, denté ou lobé. Renflements des filaments fructifères gros, noueux, formés de deux surfaces tronc-coniques souvent inégales, réunies par la grande base	*L. nodosa* Kütz.
3	Ramification supérieure du thalle régulièrement unilatérale. Renflements des filaments fructifères peu étendus, sensiblement anguleux	*L. catenata* Kütz.
	Ramification supérieure du thalle jamais régulièrement unilatérale	4
4	Ramifications du thalle alternes, apprimées, rassemblées en pinceau. Filaments fructifères à renflements peu sensibles, simplement ondulés	*L. torulosa* Sirdt.
	Ramification du thalle corymbiforme, filaments fructifères ténus, fortement ondulés (faisceau de filaments axillaires ascendants) (1)	*L. parvula* Sirdt.

1. **LEMANEA CATENATA** (Kütz., *Spec. Alg.*, *Tabulæ phycol.*, vol. VII, pl. 87, fig. 1). — Thalle en touffes cespituleuses denses, très-radicant, s'étendant progressivement sur la circonférence par bourgeonnements sur filaments radicants, persistant au moins dans ses parties stériles. Éléments caulinaires nombreux, avec une ramification généralement corymbiforme. Rameaux primaires alternes, nus inférieurement, surchargés dans la moitié supé-

---

(1) Consulter la fig. 38, pl. 5, — *r*, *r*, *r*, *r*, filaments axillaires ascendants.

rieure d'une ramification complexe, d'abord alterne, puis unilatérale.

Longueur. — 3 à 7 millimètres.

Rameaux fructifères faisant généralement partie d'une ramification ultérieure, située à la base, primitivement nue, de l'axe principal et des rameaux primaires; apparaissant de décembre à avril sur les éléments caulinaires au fur et à mesure de leur développement.

Filaments fructifères en touffes volumineuses, de couleur d'abord olivâtre passant ensuite à une teinte plus sombre violacée, noircissant par la dessiccation ; généralement droits, parfois infléchis, normalement simples, exceptionnellement rameux, principalement à la suite de la rupture d'un filament très-jeune. Renflements un peu anguleux séparés par un étranglement à la fin sensiblement cylindrique. Tissu basilaire des anthéridies parfois hypertrophié.

Bande anthéridifère étroite, généralement irrégulière.

Longueur des filaments essentiellement liée à l'impétuosité du courant, pouvant atteindre jusqu'à 25 et même 30 centimètres.

Thalle : *décembre-avril.* — Fécondation : *février-avril.* — Fructification : *mai-juin.*

Habit. — Barrages et écluses des moulins sur le cours des rivières d'Ille et de Meu, affluents de la Vilaine, notamment à Montfort (moulin de l'Abbaye), aux moulins de Saint-Grégoire et de Betton.

Observation.—Dans cette espèce, la forme et les dimensions des filaments fructifères sont soumises à des variations si accentuées, qu'on devrait hésiter à les rapporter à une espèce unique, si la disposition constante, invariable, de la ramification du thalle n'avertissait l'observateur de la présence de modifications produites sous des influences de milieu. Or ces influences se rapportent à trois chefs : — 1° la vitesse du courant; — 2° l'épaisseur de la couche d'eau qui recouvre les stations; — 3° enfin l'action directe de la lumière solaire.

Dans un courant rapide, dans les tourbillons résultant de chutes aux barrages, les faisceaux de filaments fructifères prennent une forme droite allongée, qui peut atteindre jusqu'à 25 et 30 centimètres.

L'épaisseur de la couche d'eau qui recouvre la station a une influence très-caractérisée sur l'époque de la végétation, et surtout sur celle de l'apparition des filaments fructifères. Cette époque est retardée ou avancée, suivant que l'épaisseur de la couche est plus ou moins considérable. On ne trouve plus guère de touffes de filaments à une profondeur qui atteint 40 ou 50 centimètres : l'épaisseur la plus favorable est comprise entre 10 et 25 centim., et c'est l'une des raisons pour lesquelles les stations se trouvent habituellement aux barrages des rivières et aux écluses des moulins. Sous une épaisseur de quelques centimètres d'eau animée d'une vitesse modérée, les filaments se relèvent sous le courant, prennent une direction infléchie, et n'atteignent qu'exceptionnellement la longueur de 10 centimètres.

L'influence de la lumière se traduit surtout par des variations dans le diamètre des filaments. Sous l'action directe de la lumière solaire, ils sont gros, plantureux, et se développent avec une remarquable rapidité. Dans la lumière diffuse, par exemple sur les bois des vannes d'un moulin, sous un pont, ils deviennent tout à fait capillaires, et les renflements sont si peu accentués, qu'au premier abord on pourrait croire qu'on a sous les yeux un type appartenant à la première section ; aussi ces filaments capillaires ont-ils été souvent classés dans la variété *tenuis* du *Lemanea fluviatilis*.

Au moulin de Saint-Grégoire, sur la rivière d'Ille, la même station offre des exemples de ces diverses modifications : sur les pierres de l'endiguement situé en aval du pont, à l'exposition sud-ouest, les filaments sont remarquables à la fois par leur longueur, leur diamètre et leur précocité; sur le bois des vannes fortement encaissées, ils sont à la fois capillaires et plus tardifs ; et enfin s'ils se développent sous une nappe d'eau dont l'épaisseur n'est que de quelques centimètres, ils sont incurvés. Il convient alors d'admettre dans cette espèce deux variétés, ou plutôt deux formes dépendantes des influences de milieu :

LEMANEA CATENATA forma *capillacea*. — Filaments fructifères capillaires se développant tardivement à la lumière diffuse.

LEMANEA CATENATA forma *incurvata* (*Lem. incurvata* Bory, *ex parte*). — Filaments courts, incurvés, habituellement au-dessous des vannes par lesquelles se déverse le trop-plein d'un bief. Principale localité, Betton, écluse de décharge du bief.

2. LEMANEA ANNULATA (Kütz., *Species Alg.* et *Tab. phyc.*, vol. VII, pl. 84, fig. 1).

Thalle d'abord en touffes cespituleuses avant de former de larges plaques par son extension périphérique résultant d'un bourgeonnement sur filaments radicants, tellement nombreux, qu'ils finissent par constituer un lacis inextricable. Mode de ramification variable suivant que les tiges primitives sont fertiles ou stériles : rameaux primaires basilaires ; sur les tiges fertiles, généralement alternes, fréquemment opposés ; sur les tiges stériles, alternes, plus rarement opposés ; rameaux caulinaires fréquemment divergents avec une cellule plus grosse et plus courte à l'insertion ; ramuscules des sommités à la fin fasciculés.

Longueur du thalle : — fertile, très-généralement 2 millimètres ; — stérile, 4 à 5 millimètres.

Rameau fructifère ordinairement terminal, soit à l'extrémité de l'axe principal, soit à celle d'un ou deux rameaux primaires. Les axes fructifères sont courts, de telle sorte que la fructification est toujours rapprochée de la base du thalle.

Filaments fructifères d'une teinte sombre, violacée ou noire violacée, noirs après dessiccation ; normalement simples, exceptionnellement rameux ; rameaux nettement fasciculés par 2, 3, 4, et parfois en plus grand nombre. Renflements régulièrement fusiformes, parfois ellipsoïdaux, marqués dans la région moyenne, à l'époque de l'anthèse, d'un large anneau jaunâtre représentant la surface anthéridifère. Tissu basilaire des anthéridies parfois accrescent, d'où résulte, à la maturité, un bourrelet annulaire dans la région moyenne de chaque renflement.

Thalle : *novembre-avril.* — Fécondation : *janvier-mars.* — Maturité : *mai-juin.*

Habit. — Écluse et barrages de la Vilaine canalisée, notamment au Boyle, à Bourg-des-Comptes, à la Molière.

Observations. — La distinction de cette espèce est surtout facile à l'époque de l'anthèse : on voit très-distinctement à l'œil nu, sur des filaments placés dans l'eau, la région moyenne du renflement fusiforme occupée par une bande régulièrement annulaire, d'une teinte plus claire que les parties voisines. Cette bande finit par s'effacer, mais avec le microscope on y retrouvera toujours le tissu basilaire des anthéridies distinct, bien que souvent fondu dans la couche corticale.

Les filaments fructifères du *Lem. annulata* sont modifiés dans la forme et le diamètre, comme cela a lieu pour l'espèce précédente, et sous des influences identiques. A ce point de vue, l'étude de la station de la Molière est fort instructive. — Ainsi, à la région moyenne du barrage, là où le courant est le plus rapide, les filaments, gros, atteignent de 15 à 25 centimètres et sont réduits, dans leur longueur seulement, sur les parties latérales. — A la base des portes de l'écluse, ou sur les portes elles-mêmes, les touffes se développent baignées par les lames qui s'échappent à travers les interstices ou fissures, à l'abri de la lumière directe du soleil ; les filaments plus fins y atteignent une longueur maximum de 10 à 12 centimètres. — Enfin, sous les vannes de décharge du moulin, au-dessous d'un pont de bois, les filaments deviennent capillaires.

Je possède de très-nombreux échantillons de cette localité, ils représentent tous les passages entre les deux termes extrêmes. La forme incurvée ne s'y trouve pas, peut-être parce que les vannes du déversoir sont constamment noyées. Sous le nom de *Lemanea annulata* forma *capillacea*, je groupe tous les échantillons capillaires sur lesquels les renflements sont à peine sensibles ; mais les limites de la variation ne sont pas très-précises.

Il est plus que probable que c'est l'une des formes de cette espèce que B. Wartmann (*loc. cit.*) a étudiée au point de vue du développement sous le nom de *Lemanea fluviatilis*. La ramification fasciculée de quelques filaments fructifères s'y présente aussi fréquemment que chez les *Lem. nodosa* (pl. I, fig. 6 *bis*); elle représente identiquement le type figuré par l'auteur.

3. Lemanea torulosa Sirdt. — *Lem. incurvata* (Bory, *Annales du Muséum*, t. XII, pl. 21, *ex parte*). — *Conferva torulosa* (Bory, *ex parte*). — *Conferva torulosa* (Roth, *ex parte*). — *Lem. torulosa* (Kütz., *Tabul. phyc.*, vol. VII, pl. 84, fig. 2, *exclus.*). — *Lem. torulosa* (*exsiccata* Mougeot et Nestler, *exclus.*).

Thalle en touffes cespituleuses s'étalant par bourgeonnement sur filaments radicaux ; nettement caractérisé par sa ramification roide, rassemblée en pinceau; rameaux primaires et secondaires alternes, assez étroitement appliqués contre les axes qui les ont produits; les primaires quelquefois opposés à la base.

Longueur du thalle, environ 3 millimètres.

Rameaux fructifères faisant partie de ramuscules divergents, à cellules courtes, se développant plus tardivement à la base des rameaux primaires.

Filaments fructifères de couleur olivâtre, prenant une teinte plus foncée par la dessiccation, réunis en un faisceau volumineux légèrement incurvé, à surface externe ondulée; renflements allongés, séparés par un étranglement court et peu marqué, surtout à la maturité.

Surface anthéridifère formant au milieu des renflements une bande étroite, irrégulière, souvent interrompue.

Thalle : *janvier-mars.* — Fécondation : *mars-avril.* — Maturité : *mai-juin.*

Habit. — Moulin de Joué, près de Rennes. — Vannes de décharge du bief du moulin de Saint-Hellier, vis-à-vis de l'amphithéâtre de dissection.

Observation. — Cette espèce comprend certainement une partie du *Lem. incurvata* de Bory, car ce judicieux observateur connaissait la localité du moulin de Joué, et la recommandait comme offrant de bons échantillons de son espèce. Mais le type qu'il a figuré (*loc. cit.*) s'éloigne trop de celui que je viens de décrire pour l'y comprendre; c'est une variété incurvée d'une autre espèce, très-probablement du *Lem. catenata.* J'exclus le type figuré par Kützing dans ses *Tabulæ phycologicæ*, il rentre dans le *Sacheria rigida.* Les *exsiccata* de Mougeot et Nestler (vol. VI, n° 592) renferment des spécimens qui ne sont également qu'une forme exceptionnelle du *Sacheria rigida.* La description du *Conferva torulosa* de Roth étant assez large pour comprendre à la rigueur l'espèce que j'ai définie, je ne saurais l'exclure complétement. J'ajouterai que la récolte des échantillons demande quelque sagacité, car ils se trouvent ordinairement mélangés à d'autres formes, et notamment à une variété incurvée de l'espèce suivante.

4. **Lemanea nodosa** Kütz. (*Spec. Alg.* et *Tab. phycol.*, vol. VII, pl. 87, fig. 2).

Thalle en touffes cespituleuses, s'étalant par bourgeonnement sur les filaments radicants; nettement caractérisé par sa forme pyramidale comme par le diamètre de l'axe principal notablement plus considérable que celui des rameaux primaires. Rameaux primaires généralement alternes, souvent opposés, offrant çà et là, à leur insertion, une première cellule grosse et courte, d'où part un faisceau de rameaux secondaires.

Longueur du thalle, environ 4 millimètres.

Rameaux fructifères apparaissant ordinairement à la base d'un faisceau de rameaux secondaires à une hauteur variable, quelquefois jusque dans le tiers supérieur de la ramification.

Filaments fructifères d'un noir violacé, noircissant après dessiccation, gros, longs, infléchis dans le sens du courant, fortement atténués à la base. Renflements noueux, ovoïdes ou elliptiques, séparés par un étranglement étroit, profond, donnant à la fructification un aspect moniliforme. Surface anthéridifère en forme d'anneau large, irrégulièrement lobée ou dentée, occupant la région la plus élevée des renflements.

Thalle recueilli, pendant des réparations, dans la première quinzaine de mars. — Fécondation : *mars-avril.* — Maturité : *mai-juin.*

Habit. — Rennes, vannes et écluses du moulin de St-Hellier. — Barrage de la Molière (au milieu du *Lem. annulata*, duquel il se distingue, au premier abord, par ses filaments plus gros et plus courtement atténués à la base).

Observation. — Cette espèce n'acquiert tout son développement que dans des courants violents, tels que ceux qui sortent des grandes vannes des moulins en hiver et au printemps ; dans un courant plus modéré, fût-il rapide, et sous une nappe d'eau de 10 à 12 centimètres, elle subit une forte réduction, en même temps que la ligne de courbure des filaments infléchis se rapproche d'une demi-circonférence de cercle. Les segments deviennent aussi plus courts, mais la surface anthéridifère ne subit aucune modification. Dans ces circonstances, se produit une forme *incurvata.*

Lemanea nodosa forma *incurvata.* — Filaments fructifères réduits, fortement arqués, segments plus courts.

Habit. — Vannes de décharge du bief de Saint-Hellier, vis-à-vis de l'amphithéâtre de dissection.

Enfin, après l'étude du thalle, c'est encore au *Lem. nodosa* que je rapporte une forme très-élégante, dans laquelle les renflements offrent l'aspect de deux troncs de cône accolés par la base. Je ne la caractérise pas autrement, parce que je n'en possède que quelques échantillons qui proviennent du moulin de Joué ; ils pourraient être appelés à caractériser une seconde forme représentant une modification de l'espèce végétant à l'abri de l'action de la lumière solaire directe, elle prendrait alors le nom de *Lem. nodosa* forma *ludibunda.*

5. **Lemanea parvula** Sirdt. — Thalle en touffes cespituleuses s'étendant par bourgeonnement sur filaments radicants très-nombreux. Ramification générale corymbiforme, rameaux et ramuscules alternes ascendants. Rameaux primaires d'abord nus sur le tiers inférieur, puis produisant, dans cette région, une ramification divariquée avec cellules plus courtes que dans la ramification générale.

Longueur du thalle, 4 à 6 millimètres.

Rameaux fructifères apparaissant généralement dans la ramification divariquée du tiers inférieur des rameaux primaires.

Filaments fructifères jaune olivâtre, noirs après dessiccation, ne dépassant guère 6 à 7 centimètres, ondulés, les renflements courts et peu prononcés. — *Faisceau de filaments entourant l'axe ascendant.*

Régions anthéridifères limitées, isolées ou confluentes, fréquemment verticillées sur la moitié supérieure des filaments.

Thalle : *janvier-mars.* — Fécondation : *mars-avril.* — Maturité : *mai-juin.*

Habit. — Canal d'Ille-et-Rance, écluse du Haut-Chalet ou Vau-Chalet, près de Betton.

Observation. — Il est nécessaire de faire observer que cette espèce pourrait facilement être confondue avec l'une des formes multiples du *Lem. catenata* ; pendant quelque temps je l'ai considérée comme telle. Elle s'en distingue : — par la ramification des sommités du thalle, qui n'offrent jamais la disposition si régulièrement unilatérale chez le *Lem. catenata ;* — par la direction ascendante des filaments qui entourent l'axe en spirale ; — par la disposition des anthéridies en groupes limités, isolés ou confluents, dans la région moyenne des renflements.

Je n'ai décrit que des espèces et variétés récoltées dans le département d'Ille-et-Vilaine. Pour se livrer à une étude plus générale, il sera nécessaire d'avoir : — 1° le thalle à l'état jeune avec le tissu proembryoniforme, à l'état adulte avec la ramification complète, sous forme de préparations qui puissent être soumises à l'examen microscopique ; — 2° la disposition des anthéridies à l'époque de l'anthèse ; — 3° des faisceaux de filaments fructifères complets, récoltés en mai et juin. L'examen comparatif des échantillons sera sans résultat, je ne saurais trop le répéter, s'ils ne portent pas une date précise.

Le lecteur pourra trouver dans ce mémoire quelques longueurs, quelques répétitions ; mais, s'il m'a suivi sans trop de peine, s'il accepte mes conclusions sans hésitation, il sera disposé à l'indulgence.

Il me reste à prier M. Jules Gallée de vouloir bien agréer des remercîments dus à sa collaboration active et persévérante dans la recherche des localités et des échantillons, comme dans l'exécution des nombreuses préparations qu'exige une étude poursuivie pendant plusieurs années.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 1.

Grandeur naturelle.

Fig. 1. Fragment du thalle stérile du *Lemanea catenata* Kütz.

Fig. 2. Fragment du même, fertile. — *a*, *b*, *c*, *d*, fructifications à différents états de développement.

Fig. 3. Fragment du même, fertile, avec un filament au commencement de l'anthèse.

Fig. 4. *Lem. catenata* Kütz., forma *capillacea* Sirdt.

Fig. 5. *Lem. torulosa* Sirdt. Fructifications à différents états de développement avec thalle à la base.

a, *b*, deux fructifications naissantes.

Fig. 6. *Lem. nodosa* Kütz. — Fructification avec thalle à la base.

Fig. 6 *bis*. *Lem. nodosa* Kutz. — Faisceau de filaments fructifères parmi lesquels il en est qui présentent une ramification fasciculée exceptionnelle.

Fig. 7. *Sacheria mamillosa* Sirdt (*Lem. mamillosa* var. *subtilis* Kütz.). — Fructification sans vestige du thalle. — 7 *a*. Un entre-nœud faiblement grossi.

Fig. 7 *bis*. *Sacheria fluviatilis* Sirdt. — *e*, filament fructifère complétement développé ; — *a*, *b*, *c*, *d*, bases de plusieurs autres filaments avec le pédicelle cylindrique.

PLANCHE 2.

Grossissement : Fig. 8 et 12........... $\frac{50}{1}$
Fig. 9, 10, 11, 13 et 14. $\frac{160}{1}$

Fig. 8. *Sacheria ciliata* Sirdt. — Un élément caulinaire du thalle avec sa ramification complète.— *a, b, c,* très-jeunes fructifications. Les filaments radicellaires qui doivent les affranchir commencent à se montrer sur la fructification *b*, et sont très-caractérisés en *m, n,* sur la fructification *c*;— *d*, cellules proembryoniformes d'où s'élève le thalle ;

f, g, filaments radicellaires avec des cellules terminales, courtes, sur lesquelles se développent par bourgeonnement de nouveaux éléments du thalle.

Fig. 9. Le même, plus grossi. — *d*, cellules proembryoniformes d'où s'élève une tige *efg*, avec un rameau fructifère en L ; — *r*, filament radicellaire à la base du thalle.

a, b, ramifications naissantes sur ce filament.

Fig. 10. Base du même, montrant la transformation des filaments radicellaires en cellules proembryoniformes *m, n, p, q, r, s,* d'où s'élèveront par bourgeonnement de nouveaux éléments du thalle. — *a*, jeune tige bourgeonnant sur la cellule *s*.

h, h', h'', filaments radicellaires composés de cellules longuement cylindriques avant de rencontrer la surface solide sur laquelle ils puissent se fixer.

Fig. 11. Sommet d'un rameau pilifère ; poils articulés par 1, 2, 3 sur une courte cellule basilaire.

Fig. 12. Un élément caulinaire du thalle du *Sach. rigida* Sirdt (*Lem. dichotoma* DC.), avec cellules proembryoniformes *a*, — une jeune fructification *b* articulée sur la première cellule du thalle, — un filament radicellaire *c* naissant sur le thalle au-dessus de l'insertion du rameau fructifère.

Fig. 13. Le même, plus grossi, pour montrer le tissu proembryoniforme sur lequel le thalle se développe par bourgeonnement, et le rameau fructifère *ab*, situé au-dessous de la ramification générale, très-rapproché de la base du thalle.

Fig. 14. *Sach. fluviatilis* Sirdt (*Lem. fluviatilis* Ag.). — Groupe de cellules proembryoniformes d'où s'élève le thalle.

PLANCHE 3.

Grossissement : Fig. 15, 16........... $\frac{50}{1}$
Fig. 17.............. $\frac{100}{1}$
Fig. 18, 19, 20, 24, 25. $\frac{160}{1}$
Fig. 21, 22, 23........ $\frac{200}{1}$

Fig. 15. *Sacheria fluviatilis* Sirdt (*Lem. fluviatilis* Ag.). — Un élément caulinaire du thalle s'élevant d'une cellule basilaire *b* avec un très-jeune rameau fructifère *a* sur la première cellule du thalle et des filaments radicellaires *cc', d.*

Fig. 16. Sommité d'un rameau du thalle dont la ramification est complète avec des ramuscules pilifères.

Fig. 17. Base du même, plus grossi, avec cellules proembryoniformes A, et rameau fructifère FR.

Fig. 18. Le même, avec fructification *ab* plus développée et des ramuscules *m*, *n*, *p*, qui apparaissent à la base en même temps que la fructification; — *r*, *r′*, filaments radicellaires.

Fig. 19. Nouveaux éléments caulinaires *a*, *b*, développés par bourgeonnement sur trois cellules *d* consécutives d'un filament radicant; — nouveaux filaments radicellaires *r*, *r′* émis par ces cellules.

fr, fructification naissant, à la base d'un élément du thalle, sur la cellule même dont il est sorti par bourgeonnement.

Fig. 20. *Sach. fucina* Sirdt (*Lem. fucina* Bory). — Un élément caulinaire du thalle sortant d'un groupe *a* de cellules proembryoniformes; fructification; — *c*, *c′*, filaments radicellaires; — *d*, rameaux secondaires unilatéraux.

Fig. 21. Structure de la fructification du *Sach. fluviatilis.*

ba, axe central articulé en *a*; — d, d', d_1, cellule à trois branches formant l'un des bras de la croix et une partie du tube latéral correspondant par une branche ascendante d_1, et une branche descendante d'; — *g*, *g′*, *g″*, cellules de la couche médullaire *m* de la paroi, auxquelles adhère le tube latéral; — *m′ m′*, couche moyenne encore incomplétement constituée; — *c c c*, couche externe qui représente en partie la couche moyenne, et en partie la couche corticale; — *ht*, *h′t′*, deux rameaux gynégènes nés sur la paroi externe de la cellule *e* du tube latéral $d_1d'ef$.

Fig. 22. Coupe longitudinale du même, dans laquelle la cellule *bc* d'un tube latéral, d'où naît le rameau gynégène, a été coupée sans atteindre ce dernier; — *a*, cellule de base du trichogyne produisant un faisceau de filaments sporifères. Dans cette coupe les trois couches de la paroi sont constituées.

Fig. 23. Coupe longitudinale dans laquelle on voit le rameau gynégène *st* naître d'une cellule *d* fixant le tube latéral *abc* à la couche médullaire; — *t*, extrémité du trichogyne avec un lobe latéral *k*.

Fig. 24. Coupe longitudinale dans la paroi incomplétement formée d'un jeune filament fructifère du *Sacheria ciliata.*

abcd, tube latéral dont les cellules n'ont pas encore pris la longueur normale; — *b*, *c*, deux cellules de ce tube latéral qui ont produit chacune un rameau gynégène *st*, *s′t′*; — *t*, *t′*, trichogynes ayant traversé la paroi.

Fig. 25. Coupe longitudinale du même avec un faisceau de filaments sporifères inséré sur le rameau gynégène.

PLANCHE 4.

Grossissement :
Fig. 26 .... $\frac{50}{1}$
Fig. 30, 31 .... $\frac{160}{1}$
Fig. 26 *bis*, 27, 28, 29. $\frac{200}{1}$
Fig. 34 .... $\frac{230}{1}$
Fig. 32, 33 .... $\frac{400}{1}$

Fig. 26. Un élément caulinaire du thalle du *Lemanea catenata*

aa', base de la tige principale ; — *bb'*, *cc'*, deux rameaux alternes de la base dont un seul *bb'* est complet ; — *f*, *g*, ramification inférieure du rameau *bb'* sur lequel se trouve une très-jeune fructification *fd* ; — *r*, *r*, *r*... *r*, filaments radicants nombreux émis de la base de l'axe principal *aa'* et des rameaux primaires *bb'*, *cc'*.

r', *r'*, faisceau de filaments radicellaires naissant plus haut sur le rameau primaire *cc'*.

Fig. 26 *bis*. Portion d'une coupe longitudinale d'un filament fructifère représentant l'axe central et ses dépendances au niveau de la ramification cruciforme. Toutes les parties situées au-dessous de la coupe, passant par le tiers environ du diamètre, sont représentées en projection. — *ab*, axe central articulé ; — *c*, *c'*, *c''*, trois des bras formés par une cellule cylindrique ; — P, cellule piriforme rattachant le bras *c* à la couche médullaire de la paroi ; — *l*, *l'*, *l''*, trois tubes latéraux articulés à l'extrémité du bras de la croix *c* ; — *d*, *d'*, *d''*, filaments articulés nés sur la face inférieure des bras de la croix, appliqués contre l'axe qu'ils contournent en spirale ; — *n*, *n*, *n*, *n*, filaments articulés entourant l'axe, nés de la ramification cruciforme immédiatement supérieure ; — *m*, ramification de ces tubes axillaires.

Fig. 27. Coupe longitudinale de la paroi dans le voisinage de la ramification cruciforme. — *c*, branche de la croix ; — P, cellule piriforme rattachant le bras de la croix à la couche médullaire ; — *l*, *l'*, tubes latéraux ascendants ; — *l''*, *l'''*, tubes latéraux descendants ; — *lk*, première cellule longuement cylindrique d'un tube latéral ascendant produisant un rameau gynégène *ht* ; — *s*, *s'*, couple de cellules piriformes fixant la cellule *lk* du tube latéral à la paroi.

it, trichogyne ; — *a*, deux anthéridies fixées sur le trichogyne ; — *m*, faisceau de filaments sporifères développés par bourgeonnement à la base du trichogyne.

Fig. 28. Coupe transversale destinée à montrer les rapports du tube latéral *l* avec la couche médullaire par des cellules piriformes *s*, *s'*, *s''*, ordinairement disposées par paire, plus rarement ternées comme dans la figure. — *f*, première cellule d'un filament articulé pariétal se développant sur la cellule piriforme *s'*.

Fig. 29. Coupe longitudinale comprenant un rameau gynégène et son trichogyne terminal bilobé. — *lk*, cellule du tube latéral correspondant ; — *s*, *s'*, couple de cellules fixant la cellule précédente à la couche médullaire ; — *ht*, rameau gynégène ; — *it*, trichogyne à la base duquel commence à se former un faisceau de filaments sporifères.

Fig. 30. Coupe transversale à travers un filament encore jeune, un peu au-dessus de la ramification cruciforme, et montrant les rapports des bras de la croix *a*, *a*, *a'*, *a'*, avec les tubes latéraux *b*, *b*, *b*, et la couche médullaire par les cellules *c*, *c*, *c*. — Les deux bras opposés *a*, *a* de la croix ont produit chacun deux tubes latéraux ascendants, tandis que les deux autres bras *a'*, *a'*, n'en produisent qu'un seul chacun. — *f*, *f*, *f*, cellules de la couche moyenne à l'époque de leur division en trois cellules, l'une, interne, devant rester à la couche moyenne, et les deux autres, externes, devant faire partie de la couche corticale ; — *g*, *g*, multiplication des éléments de la couche corticale par des cellules en forme de coins résultant d'une scission latérale.

Fig. 31. Coupe transversale aux trois quarts de la longueur d'un segment dans un filament encore jeune. La cavité intérieure est encore en très-grande partie occupée par la substance gélatineuse, qui se rétracte. — *a*, axe central entouré de quelques filaments axillaires *d*, *d*, *d*; — *b*, *b*, *b*....*b*, huit tubes latéraux parallèles à la couche médullaire.

f, *f*, *f*...*f*, *g*, éléments de la paroi ayant la même signification que dans la figure précédente.

Fig. 32. Développement des anthéridies. — *c*, coupe transversale ; — $aa'a''$, $bb'b''$, deux faisceaux dichotomisés dont le point d'origine se trouve aux cellules *a*, *b* de la couche médullaire ; — mm', couche moyenne ; — cc', couche des cellules cylindriques se développant à la surface externe des cellules de la couche moyenne.

Fig. 33. Coupe transversale à travers le tissu anthéridifère plus développé ; — $aa'a''$, $bb'b''$, $cc'c''$, faisceaux dichotomisés prenant leur origine sur les cellules *a*, *b*, *c* de la couche médullaire.

mm', couche moyenne plus développée, comprenant deux ou trois séries de cellules ; — nn', couche des cellules cylindriques devenues très-pâles ; — α, α...α, sacs anthéridifères commençant à se développer au sommet des cellules cylindriques.

Fig. 34. Fragment d'une coupe à travers le tissu basilaire des anthéridies à l'époque de l'anthèse.

a, *a*, *a*, *a*..., sacs anthéridifères généralement articulés deux par deux au sommet des cellules cylindriques ; — *s*, déhiscence des sacs anthéridifères par le sommet avec anthéridie sortante ; — *u*, *u*, sacs anthéridifères vides.

PLANCHE 5.

Grossissement :	Fig. 35, grandeur naturelle.	
	Fig. 37................	$\frac{25}{1}$
	Fig. 36................	$\frac{45}{1}$
	Fig. 40................	$\frac{50}{1}$
	Fig. 38, 39............	$\frac{160}{1}$

ig. 35. *Lemanea parvula* Sirdt. — Fragment du thalle avec fructifications.

a, faisceau stérile ; — a_1, faisceau fertile avec des fructifications ; — b, b_1, b_2, b_3, b_4, à différents états de développement.

c, *Chantransia* parasite sur le filament b_1.

Fig. 36. Fragment du thalle grossi du même.

R*m*, partie inférieure de la tige principale détachée en *m* ; — Raa', partie inférieure de la tige principale ; — $bb'b''$, l'un des rameaux primaires alternes de la base du thalle ; — b', b'', ramifications secondaires prenant un développement égal au prolongement du rameau primaire ; — g, g', g_1, trois faisceaux d'une ramification divariquée apparaissant à la base d'abord nue du rameau primaire bb', et comprenant chacun :

1° Un rameau ascendant d, d', d_1, avec cellules constitutives d'une longueur égale à celles de la ramification générale.

2° Des rameaux plus courts (h, h), (h_1, h_1), composés de cellules courtes.

3° Un faisceau de filaments radicellaires (r, r), (r', r', r') (r_1, r_1).

C'est sur les rameaux à cellules courtes (h, h), (h_1, h_1) qu'apparaît la fructification c.

Fig. 37. Portion d'un filament fructifère indiquant la disposition des anthéridies à l'époque de l'anthèse.

Fig. 38. Organisation intérieure du filament fructifère, vue d'une coupe longitudinale passant au tiers environ du diamètre.

mn, axe central articulé en n; — c, c', c_1, c_1', les quatre bras de la croix.

c, l'un des bras de la croix produisant trois tubes latéraux, l'un (l) ascendant, les deux autres (l', l'') descendants.

c', bras opposé produisant deux tubes latéraux, l'un (l) ascendant, l'autre (l') descendant. Disposition exceptionnelle.

Les deux autres bras opposés c_1, c_1' produisent chacun quatre tubes latéraux, deux (l, l') ascendants, deux (l'', l''') descendants; — le tube ll''' dessiné dans toute sa longueur; — le tube l ascendant se bifurquant en d; — le tube l'' descendant produisant en b un rameau gynégène.

r, r, r, r, filaments articulés développés sur la face supérieure des bras de la croix très-près de l'axe, ascendants.

Fig. 39. Coupe longitudinale dans un filament très-jeune comprenant un tube latéral t, ll', avec un rameau gynégène ht; la base du trichogyne est cachée sous une cellule; — s, s, couple de cellules piriformes fixant la cellule $l\,l'$ du tube latéral sur la couche médullaire.

Fig. 40. Thalle du *Lemanea annulata* Kütz., représentant sa ramification alterne, parfois opposée à la base et une fructification au sommet d'un rameau primaire court. La fructification naissant au centre d'un faisceau de rameaux secondaires qu'il a fallu écarter pour la rendre visible.

PLANCHE 6.

Grossissement :	Fig. 41...........	$\frac{50}{1}$
	Fig. 44, 47........	$\frac{100}{1}$
	Fig. 45, 46, 48, 49.	$\frac{200}{1}$
	Fig. 43, 50........	$\frac{320}{1}$
	Fig. 42...........	$\frac{400}{1}$

Fig. 41. Fragment du thalle du *Lemanea torulosa* Sirdt.

A, ramification inférieure alterne, parfois opposée; — B, ramification moyenne alterne; — C, ramification supérieure avec tendance à devenir unilatérale; — ramification primaire et secondaire apprimée; — d, d, ramuscules à cellules courtes, divergents, à la base des rameaux primaires; c'est sur ces ramuscules que les fructifications b, b' sont terminales.

r, r, r, r....r, filaments radicellaires émis de la base de la tige principale et des rameaux primaires; — a, a', extrémité de deux filaments radicellaires dont les éléments sont transformés en cellules proembryoniformes.

Fig. 42. Fragment de la ramification supérieure du thalle du même, faisant voir la distribution de l'endochrome.

Fig. 43. Fragment de la ramification supérieure du thalle du *Lem. catenata*, indiquant également la distribution de l'endochrome.

Fig. 44. Fragment d'un faisceau de filaments sporifères en voie de développement pris chez le *Lemanea catenata*.

Fig. 45. Fragment du même suffisamment grossi pour faire distinguer la gaîne transparente qui enveloppe chaque filament.

Fig. 46. Filament sporifère sorti de sa gaîne.

Fig. 47. Fragment d'un faisceau de filaments sporifères chez le *Sacheria fluviatilis* Sirdt (*Lemanea fluviatilis* Ag.).

Fig. 48. Le quart environ d'un faisceau entier du même. Le développement est incomplet; la multiplication par scission se fait encore sur la cellule terminale de chaque filament.

Fig. 49. Rameau plus grossi avec deux ramilles *ab*, *cd*, encore enveloppées dans leur gaîne.

Fig. 50. Portion d'un filament sorti de sa gaîne; les spores, arrivées à la maturité, sont sur le point de se détacher.

PLANCHE 7.

Grossissement :
Fig. 61 . . . . $\frac{100}{1}$
Fig. 58 . . . . $\frac{250}{1}$
Fig. de 51 à 57, 59, 60, 62, de 64 à 74. $\frac{320}{1}$

Fig. 51 à 61. Développement de la fructification du *Sacheria ciliata* Sirdt (*Lem. ciliata* Sirdt).

Fig. 51. Sommité d'un très-jeune filament représentant les cellules discoïdales primitives et leurs premiers modes de division.

a, *b*, *c*, cellules primitives sur lesquelles apparaît une première division latérale ; — *d*, *e*, cellules primitives divisées dans la portion périphérique en quatre cellules avec direction longitudinale représentant les quatre bras de la croix ; — *l*, *m*, division transversale sur ces cellules périphériques devant constituer les éléments des tubes latéraux.

Fig. 52. Région moyenne du même filament. Dans chaque segment les éléments cellulaires sont disposés en séries linéaires représentant les tubes latéraux d'abord au nombre de quatre ; ce nombre est porté à six par la bifurcation *a*, *a*, *a*...*a* de deux d'entre eux dans chaque segment. — *d*, première trace d'une ramification résultant d'une expansion externe d'une cellule d'un tube latéral.

Fig. 53, 54 et 55. Trois coupes dans le filament constitué par l'axe central et les tubes latéraux, au nombre de quatre, cinq ou six.

Fig. 56. Coupe transversale composée de l'axe central enveloppé de six tubes latéraux ; les cellules des tubes latéraux se divisent dans leur portion externe en deux éléments nouveaux (*a*, *a'*), (*b*, *b'*), (*c*, *c'*) représentant les couples de cellules qui fixent chaque élément des tubes latéraux à la couche médullaire.

Fig. 57. Coupe transversale avec — l'axe central, — quatre tubes latéraux et une couche

externe représentant la partie la plus intérieure de la couche médullaire, comprenant les couples de cellules (a, a'), (b, b'), (c, c') de la figure précédente. La cavité intérieure commence à se dessiner, mais est remplie d'une substance muqueuse. La couche externe commence à se diviser dans sa portion périphérique.

Fig. 58. Les éléments de la couche externe précédente se sont multipliés par scission latérale; — la couche médullaire est formée, et les tubes latéraux éloignés de l'axe y sont rattachés par des lames de substance muqueuse; — les cellules de la couche médullaire se divisent dans leur portion périphérique pour constituer la couche moyenne.

Fig. 59. Coupe au même état de développement et passant par la ramification cruciforme.

Fig. 60. Autre coupe transversale avec quatre tubes latéraux et la couche moyenne en partie représentée. La couche médullaire reçoit de nouveaux éléments par scission latérale.

Fig. 61. Coupe longitudinale comprenant l'axe; la paroi n'est encore constituée que par les tubes latéraux et les éléments les plus intérieurs de la couche médullaire.

HKL, axe central articulé en H, K.

R, R′, deux ramifications cruciformes avec les cellules à trois branches (e, l) e (c, a); le tube latéral aob' se bifurque en o, au-dessus de la ramification cruciforme.

b, m, extrémités rapprochées des tubes latéraux ab, lm, appartenant à deux segments voisins.

Des lames gélatineuses en H et K représentent encore les cloisons primitives qui séparaient les segments.

On peut remarquer que la cellule HK de l'axe, égale en longueur au segment $b\ b'$, ne correspond plus exactement avec lui; d'où il résulte que la ramification cruciforme, occupant régulièrement le milieu du segment, se trouve rapprochée de l'articulation de l'axe.

Fig. 62 et 63. Structure de la paroi aux papilles anthéridifères du *Lem. fluviatilis*.

Fig. 62. Coupe transverse d'une jeune papille.

m, m, couche médullaire; — n, n, couche moyenne en voie de formation; — sur la face externe s'est produit un groupe a de cellules cylindriques très-pâles, au sommet desquelles apparaîtront les sacs anthéridifères.

Fig. 63. Coupe transversale dans le tissu anthéridifère à l'époque de l'anthèse.

m, couche médullaire; — c, couche moyenne; — d, couche de cellules cylindriques superficielles; — a, a, a...a, sacs anthéridifères; — b, b, sacs vides; — f, f, sacs stériles transformés en filaments pileux.

Fig. 64 à 74. Développement de la fructification du *Lemanea catenata* Kütz.

Fig. 64. Sommité d'un filament fructifère très-jeune, représentant les cellules discoïdales primitives et leurs premiers modes de division.

k, cellule primitive avec une première division latérale; — l, m, cellules primitives avec quatre divisions périphériques représentant les bras de la croix; quelques-unes de ces divisions commencent elles-mêmes à se scinder; — n, o, p, segments dans lesquels les rudiments des tubes latéraux se produisent par scission à l'extrémité périphérique des bras de la croix; — q,r,s,t,u,v, segments dans lesquels les séries linéaires représentent les tubes latéraux passant du nombre six au nombre huit après bifurcations; ordinairement six dans la partie supérieure du segment, huit dans sa partie inférieure.

Fig. 65. Coupe transversale à travers une cellule discoïdale primitive indiquant son premier mode de division périphérique.

a, *b*, deux divisions complétement formées; — *c*, *d*, deux autres simplement indiquées. La partie centrale plus claire représente le premier rudiment de l'axe, et les cellules *a*, *b*, *c*, *d*, les bras de la croix.

Fig. 66. Coupe transversale comprenant l'axe étroitement entouré de six cellules représentant les tubes latéraux; deux de ces cellules *b*, *b'*, se divisent par scission longitudinale portant le nombre des tubes latéraux de six à huit.

Fig. 67. Coupe transversale passant par la partie supérieure d'un segment; six tubes latéraux entourent l'axe.

Fig. 68. Coupe transversale avec l'axe entouré de huit tubes latéraux, l'axe séparé des tubes latéraux par une substance mucilagineuse.

Fig. 69. Coupe transversale dans laquelle les cellules représentant les tubes latéraux offrent les indices d'une subdivision dans leur portion externe.

Fig. 70. Coupe transversale dans laquelle les divisions externes sont plus prononcées, en même temps que deux cellules en forme de coin *a*, *b*, portent le nombre des tubes latéraux de six à huit.

Fig. 71. Coupe transversale avec huit cellules représentant les tubes latéraux, chacune d'elles offrant dans sa région périphérique les rudiments de deux cellules appelées à former une enveloppe externe.

Fig. 72. Coupe transversale dans laquelle les rudiments de la couche externe de la figure précédente forment une enveloppe continue autour des tubes latéraux au nombre de neuf; chaque tube latéral est articulé avec deux cellules de la couche externe.

Fig. 73. Coupe transversale passant un peu au-dessous de la ramification cruciforme, vue de bas en haut. Chaque tube latéral est régulièrement articulé avec deux cellules de l'enveloppe externe représentant les cellules piriformes qui rattachent les tubes latéraux à la couche médullaire.

Fig. 74. Coupe transversale passant par la ramification cruciforme. Les éléments les plus internes de la couche médullaire sont complétement formés, ils se multiplient par des cellules *d*, *d* en forme de coins; — *c*, *c*, *c*, représentent les cellules piriformes qui relient les bras de la croix à la couche médullaire. La couche médullaire sera complétée par une double division périphérique des éléments les plus internes de cette couche.

PLANCHE 8.

Grossissement :
Fig. 76 à 87..... $\frac{25}{1}$
Fig. 88 .... $\frac{35}{1}$
Fig. 75 .... $\frac{50}{1}$

Fig. 75. Fragment du thalle du *Lemanea nodosa* Kütz.

xy, tige principale, incomplète à la base, légèrement renflée dans sa région moyenne ; — α, α', α'', α''', fascicule de rameaux secondaires insérés sur une première cellule, ordinairement courte, appartenant à un rameau primaire ; — r, r, r, premier faisceau de filaments radicellaires émis de la base de la cellule a de la tige principale ; — r_1, r_1, r_1, r_1, second faisceau émis de la base de la cellule b ; — r_2, troisième faisceau de filaments radicellaires apparaissant sur le rameau dd_1 ; — FL, fructification développée à la base du faisceau α' s'insérant sur la cellule C de l'axe principal ; — s, s, s...s, système de filaments radicellaires nés de la base de la fructification précédente et destinés à l'affranchir ; — MN, seconde fructification dans la ramification supérieure.

Fig. 76 à 88. Disposition des anthéridies à l'époque de l'anthèse.

Fig. 76. *Lem. catenata* Kütz.

Fig. 77. *Lem. torulosa* Sirdt.

Fig. 78. *Lem. annulata* Kütz.

Fig. 79. *Lem. nodosa* Kütz.

Fig. 80. *Lem. nodosa* Kütz., forma *incurvata* Sirdt.

Fig. 81. *Sach. fluviatilis* Sirdt.

Fig. 82. *Sach. ciliata* Sirdt.

Fig. 83. *Sach. fucina* Sirdt.

Fig. 84. *Sach. mamillosa* Sirdt,

Fig. 85. *Sach. mamillosa* var. *subtilis* ?.

Fig. 86. *Sach. rigida* Sirdt.

Fig. 87. *Sach. rigida* Sirdt, var. *Viviana* Sirdt.

Fig. 88. Sommité du même.

MEMOIRE

SUR

LES CANAUX SÉCRÉTEURS DES PLANTES,

Par M. Ph. VAN TIEGHEM.

On sait aujourd'hui que les canaux sécréteurs des plantes sont des tubes dépourvus de paroi propre, produits à l'origine, comme de simples méats aérifères, par le décollement le long de l'arête de contact et par l'écartement des parois de trois ou quatre files cellulaires contiguës, et s'élargissant plus tard à mesure que grandissent et se divisent les cellules entre lesquelles ils sont creusés. Si les cellules qui bordent le tube s'étendent peu, elles demeurent simples, et le canal, en forme de prisme triangulaire ou quadrangulaire, est fort étroit; mais souvent elles s'étalent de plus en plus, et se divisent par des cloisons radiales, de manière à tapisser le tube progressivement élargi d'un épithélium simple dont les petites cellules proéminent dans la cavité ; quelquefois il s'y forme en même temps des cloisons tangentielles, et l'épithélium acquiert plusieurs assises superposées.

Dans tous les cas, ces cellules de bordure sont nettement spécialisées sous le rapport physiologique par rapport aux éléments du tissu ambiant. Elles ont la propriété de produire dans leur intérieur et de déverser ensuite dans le canal divers principes immédiats hydrocarbonés, dans lesquels l'oxygène, ou manque complétement, ou se trouve en proportion plus ou moins faible : des huiles essentielles, des résines, des gommes, etc. A cette spécialisation physiologique correspond toujours une spécialisation anatomique ; mais celle-ci peut se manifester, comme nous le verrons, à des degrés inégaux dans les divers organes d'une même plante.

Toutefois, si le caractère général des canaux sécréteurs est assez bien connu, il m'a semblé que leur mode de répartition dans les divers tissus de la plante, notamment leur disposition par rapport au système libéro-ligneux des divers organes du végétal aux différentes périodes successives du développement de ces organes, était mal définie dans un grand nombre de cas. C'est ce qui m'a déterminé à réunir et à publier ici quelques-unes des observations que j'ai été amené à faire sur ce sujet en poursuivant l'exécution du plan d'études anatomiques que je me suis tracé et que j'ai fait connaître dans ce recueil (1).

COMPOSÉES (2).

Les plantes de la famille des Composées forment dans la profondeur des tissus de leurs divers organes des huiles essentielles incolores ou diversement colorées, dont quelques-unes ont fait l'objet d'études chimiques intéressantes.

On sait que ces huiles essentielles sont des mélanges d'un hydrocarbure liquide de la forme C^mH^n, ordinairement isomère de l'essence de térébenthine $C^{20}H^{16}$, et d'une essence oxygénée solide et cristallisable de la forme $C^mH^nO^2$, le plus souvent isomère du camphre du Japon $C^{20}H^{16}O^2$. Cette essence oxygénée est tenue en dissolution par l'hydrocarbure dont elle paraît dériver par simple oxydation. Ainsi, pour en citer quelques exemples, l'huile essentielle de Matricaire (*Matricaria Parthenium* L.) est un mélange d'un hydrogène carboné et d'une essence oxygénée solide qui présente la même composition que le camphre des Laurinées $C^{20}H^{16}O^2$, mais qui dévie à gauche le plan de polarisation de la lumière incidente, tandis que le camphre des Laurinées le dévie à droite. L'essence d'Absinthe (*Artemisia Absinthium*) plusieurs fois rectifiée offre la même composition que le camphre des Laurinées, mais comme lui elle dévie à droite. L'essence de Camomille (*Matricaria Chamomilla*), qui est bleu d'azur, se solidifie en partie par le froid, et les lamelles cristallines qui s'y déposent sont isomères du camphre du Japon. L'essence de Tanaisie (*Tanacetum vulgare*) traitée par l'acide chromique produit une substance identique avec le camphre des Laurinées. L'essence de Camomille romaine (*Anthemis nobilis*) est un mélange d'un hydrogène carboné $C^{20}H^{16}$ isomère de l'essence de térébenthine et d'une huile essentielle oxygénée $C^{10}H^{8}O^{2}$, qui, traitée par la potasse, se convertit en acide angélique. L'essence d'*Osmitopsis asteriscoides* a la même composition que le camphre de Bornéo $C^{20}H^{18}O^{2}$. La racine d'Aunée (*Inula Helenium*) contient dans son essence un principe cristallisable odorant, l'hélénine de Gerhardt $C^{15}H^{10}O^{2}$, d'où l'on extrait, par élimination de 2 équivalents d'eau, l'hélénène $C^{15}H^{8}$. Enfin l'essence d'*Artemisia contra* offre la composition $C^{24}H^{20}O^{2}$, et par distillation sur l'acide phosphorique anhydre elle reproduit le cymène $C^{24}H^{18}$. Telle est, d'une façon générale, la nature ou la qualité de ces huiles essentielles.

---

(1) *Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires*, INTRODUCTION (*Ann. des sc. nat.*, BOT., 5^e série, 1871, t. XIII, p. 5).

(2) Communiqué à la Société botanique de France, séances des 24 novembre, 8 et 22 décembre 1871 (*Bulletin*, t. XVIII).

Si maintenant, pour se faire une idée de leur quantité, c'est-à-dire de la proportion où elles se développent dans les divers organes, on compare les quelques analyses immédiates faites par divers chimistes, on trouve, par exemple, que la quantité d'hélénine de la racine d'Aunée est de 4 millièmes du poids de l'organe ; mais l'hélénine ne forme qu'une partie de l'huile essentielle de la racine. La proportion d'huile volatile de la racine d'*Arnica montana* est de 15 millièmes. La quantité d'essence de la racine d'*Anthemis Pyrethrum* est de 20 millièmes. Dans la tige de l'Absinthe il y a 15 millièmes d'huile essentielle. On peut donc admettre que la quantité d'essence sécrétée dans la racine et dans la tige est d'environ 15 à 20 millièmes du poids de l'organe.

Cela posé, quelle est, dans la profondeur des tissus, la structure de l'appareil où se forment ces huiles essentielles, et comment cet appareil oléifère est-il distribué dans les divers organes de la plante ? telle est la question que je me suis proposé de résoudre. Je diviserai cet exposé en trois parties. Dans la première je décrirai sur un exemple particulier et aussi complétement que possible la structure et la distribution de l'appareil oléifère. Dans la seconde, je comparerai à ce type bien connu un assez grand nombre de genres choisis dans les diverses tribus de la famille. La troisième sera consacrée à un court aperçu historique.

1. — APPAREIL OLÉIFÈRE DE L'ŒILLET D'INDE (*Tagetes patula*).

Racine.

Il y a dans la racine deux périodes de développement à distinguer. Dans la première, tous les tissus constitutifs de l'organe sont complétement différenciés, mais les arcs générateurs n'y ont pas encore apparu. Dans la seconde, le jeu des arcs générateurs, bientôt confondus en une couche génératrice continue, a introduit dans l'organe des productions nouvelles qui s'accroissent sans cesse jusqu'à la fin de la période végétative.

Période primaire. — Pour être bien compris, il est nécessaire que je retrace d'abord les principaux traits de l'organisation de la racine dans sa période primaire. Aussi bien la connaissance que nous en aurons acquise, non-seulement nous servira dans la suite pour toutes les autres Composées, mais encore elle s'appliquera, dans ses caractères essentiels, et sauf les différences secondaires qui séparent les embranchements, à toutes les Dicotylédones, à toutes les Monocotylédones, à toutes les Cryptogames vasculaires, et notre exposition s'en trouvera simplifiée.

La racine est formée d'un parenchyme cortical et d'un cylindre central. Le parenchyme cortical, ou l'écorce, limité en dehors par l'épiderme et en dedans par la membrane protectrice, se compose de deux zones distinctes : dans l'externe, les cellules à section polygonale sont ajustées irrégulièrement sans laisser de méats et décroissent vers l'extérieur ; dans l'interne, les cellules à section carrée sont disposées à la fois en séries radiales et en cercles concentriques, décroissent vers le centre, et laissent entre leurs coins arrondis des méats aérifères. Ce sont les éléments de la dernière assise de cette zone interne qui sont marqués sur leurs faces latérales et transverses de plissements échelonnés très-courts et très-rapprochés de leur face interne, plissements par le moyen desquels ils s'engrènent fortement les uns aux autres pour former une membrane résistante entièrement distincte du tissu qui précède et du tissu qui suit. Considérée par rapport à l'écorce à laquelle elle appartient et qu'elle termine, elle en est l'endoderme ; considérée par rapport au cylindre central qu'elle revêt, elle en est la membrane protectrice. Elle constitue un excellent repère pour déterminer la position des divers groupes d'éléments anatomiques, et il en sera souvent question dans cet exposé (1).

Le cylindre central commence par une assise de cellules non plissées, en contact avec les protectrices et alternant régulièrement avec elles. Cette alternance, succédant brusquement à la superposition en séries radiales des éléments de la zone interne de l'écorce, rend la limite entre le parenchyme cortical et le cylindre central toujours très-facile à saisir. C'est contre cette assise, dont les éléments conservent une grande activité vitale, que s'appuient en dedans et en des points régulièrement alternes les premiers vaisseaux et les premières cellules libériennes. Disons tout de suite que cette membrane périphérique a une importance extrême. C'est en elle, en effet, dans ceux de ses éléments qui sont situés en face des premiers vaisseaux, que s'opèrent les segmentations qui amènent la formation des racines nouvelles aux flancs de la racine primitive. On peut donc l'appeler, comme nous le ferons désormais, *membrane rhizogène*.

Si c'est le pivot que l'on considère, il se forme, contre la membrane rhizogène, et en deux points diamétralement opposés, un vaisseau étroit annelé suivi bientôt de trois ou quatre vaisseaux de plus en plus larges, d'abord spiralés, puis ponctués, de sorte que ces deux séries vasculaires centripètes et cunéiformes viennent se toucher au centre en une bande diamétrale renflée en son milieu, amincie sur ses bords. Les vaisseaux externes de ces deux lames confluentes, annelés et spiralés, ont leurs cloisons transverses obliques et permanentes ; les plus larges seuls ont leur cavité fusionnée. Alternes avec ces deux lames vasculaires, se forment contre la membrane rhizogène deux groupes de cellules libériennes étroites et longues, toutes semblables, à contenu protoplasmique azoté, à paroi un peu épaissie, blanche et brillante, mais où je n'ai pas réussi à voir de ponctuations grillagées. Ces faisceaux libériens, toujours moins étendus radialement que les faisceaux vasculaires avec lesquels ils alternent, mais en revanche beaucoup plus étalés tangentiellement, ne viennent pas toucher la bande vasculaire. Entre eux et les vaisseaux, il y a en général deux rangées de cellules plus larges, à paroi mince et terne, contenant un liquide hyalin, et dont les propriétés et les fonctions sont fort différentes ; je les appellerai cellules *conjonctives*. C'est le rang conjonctif externe qui deviendra plus tard, en divisant ses éléments, l'arc générateur des productions secondaires.

---

(1) Par les progrès de l'âge, les cellules plissées gardent leur paroi mince ; mais leurs plissements, ceux des faces transverses notamment, se fondent de bonne heure en une sorte de fine bande d'épaississement, qui n'est pas sans rappeler à la mémoire les cadres d'épaississement que présente l'avant-dernière assise corticale dans la racine des Cyprès, des Thuïas, des Ifs, etc.

Les radicelles se forment sur le pivot par la segmentation des cellules de la membrane rhizogène situées en face des deux lames vasculaires, et de manière que leurs axes s'appuient sur les deux arêtes formées par les deux vaisseaux les plus étroits. Elles sont donc insérées sur deux génératrices opposées, aux flancs du cylindre central, dont elles sont tout entières des dépendances périphériques. La radicelle est d'ailleurs organisée comme le pivot, et le plan de la bande vasculaire issue du rapprochement au contact de ses deux faisceaux vasculaires primitifs passe par l'axe du pivot, tandis que le plan médian de ses deux faisceaux libériens lui est perpendiculaire. Il en résulte que le corps tout entier de la racine principale se ramifie idéalement dans un seul plan vertical, qui est, comme nous le verrons plus loin, le plan des nervures médianes des deux cotylédons.

Si c'est une racine adventive qu'on étudie, on y trouvera un cylindre central plus large avec trois, quatre, cinq faisceaux vasculaires, ou même davantage, et autant de faisceaux libériens alternes. Le nombre des faisceaux des deux espèces varie un peu le long de la même racine; il est plus grand à la base et va diminuant vers la pointe; il est en rapport avec le diamètre du cylindre central. En outre, surtout s'il y en a au moins cinq, les faisceaux vasculaires ne pourront venir se toucher au centre, et le tissu conjonctif, plus développé, remplira l'espace de plus en plus large qu'ils y laissent entre eux. D'ailleurs, sauf cet accroissement et cette variabilité numériques, tous les caractères de structure et de développement demeurent les mêmes.

Quel est maintenant le rôle physiologique que les divers tissus constitutifs de l'organisation primaire de la racine ont à remplir, principalement dans le transport des liquides du sol absorbés par les poils épidermiques depuis leur lieu d'introduction jusqu'à la base de la tige, et dans le mouvement de retour de la séve plastique élaborée dans les feuilles depuis la base de la tige jusqu'aux extrémités des radicelles? J'ai fait à ce sujet une série d'expériences, soit avec divers liquides colorés, soit au moyen de liquides incolores pouvant donner, par leur réaction mutuelle à l'intérieur des éléments où ils cheminent, un précipité coloré. Ces expériences, dans le détail desquelles je suis entré ailleurs (1), ont porté sur les divers organes des plantes vasculaires, tant Cryptogames que Monocotylédones et Dicotylédones, examinés aux diverses périodes de leur développement; elles ont eu notamment pour objet le *Tagetes patula*. En ce qui concerne la racine pendant sa période primaire, elles ont montré que c'est par les vaisseaux seuls que s'élèvent les liquides colorés, et par conséquent la séve. C'est par le bois primaire, si l'on veut; mais le bois primaire de la racine est toujours composé exclusivement de vaisseaux. Le tissu conjonctif, en déterminant un transport latéral, ne joue qu'un rôle tout à fait secondaire, et encore ne le remplit-il le plus souvent que s'il se fibrifie. Il forme en quelque sorte le sol où est creusé le lit du fleuve. La séve plastique, élaborée par les feuilles, redescend ensuite de la base de la tige au sommet de la racine par les faisceaux libériens. Et si nous avons comparé l'ascension assez rapide des liquides du sol par les vaisseaux au courant de l'eau dans le lit d'une rivière, c'est au lent écoulement d'un glacier qu'il faudra comparer la descente du protoplasma à travers les cellules libériennes.

---

(1) Voyez à ce sujet : *Ann. des sc. nat.* 5e série, 1871, t. XIII, p. 118, 179, 277.

Il résulte de ce qui précède que, dans l'organisation primaire de la racine principale, il y a deux courants ascendants confluents et deux courants descendants séparés, alternes avec les premiers. Il en résulte encore que toutes les radicelles, qui se forment toujours en face des courants ascendants, ont indéfiniment leurs propres paires de courants ascendants dans le même plan et leurs propres paires de courants descendants dans des plans alternativement rectangulaires.

Revenons maintenant à la membrane protectrice et au sujet spécial qui nous occupe ici.

Devant les faisceaux vasculaires primitifs du cylindre central, les larges cellules protectrices, au nombre de cinq assez souvent, sont simples et n'offrent rien de remarquable (1). Mais celles qui correspondent aux groupes libériens, au nombre de quatre à six ordinairement, d'abord simples, se sont agrandies dans le sens du rayon, puis dédoublées par une cloison tangentielle extérieure aux plissements en deux éléments superposés; l'élément le plus interne est plus petit que l'autre, et porte le cadre de plissements. Puis les coins des nouvelles cellules se sont arrondis, et les étroits méats en forme de losanges qui résultent de leur écartement se sont remplis d'une huile essentielle d'un jaune verdâtre, tandis que les cellules elles-mêmes demeurent hyalines et en apparence sans aucun caractère spécial. Quelquefois on voit l'huile verte remplir aussi quelques-uns des méats plus larges qui existent entre les cellules protectrices dédoublées et celles de l'avant-dernière assise corticale ; mais cela n'est qu'accidentel. Il se fait donc ainsi normalement, en dehors des faisceaux libériens primitifs, un arc de cinq à sept canaux interstitiels oléifères, canaux extrêmement étroits, puisqu'ils atteignent à peine 0^{mm},008 de largeur, entourés chacun par quatre grandes cellules hyalines, et qui cheminent côte à côte en s'anastomosant çà et là (1). Ces canaux ressemblent, par leur ténuité, par leur structure et par leur disposition, à ceux qui existent dans l'organisation primaire de la racine des Ombellifères et des Araliacées. Mais tandis que dans ces familles (2) les canaux oléifères de la jeune racine sont superposés aux faisceaux vasculaires, et qu'ils appartiennent au cylindre central, puisqu'ils sont creusés dans la membrane rhizogène, dans le *Tagetes patula* ces mêmes canaux sont superposés aux faisceaux libériens, et ils font partie de l'écorce primaire, puisqu'ils sont entaillés dans la membrane protectrice.

---

(1) Si ce n'est toutefois que, pendant la période germinative, c'est en elles seulement que l'amidon se forme aux dépens de l'huile grasse contenue dans les cellules du parenchyme cortical. Plus tard, cet amidon disparaît en se transformant en glycose. — Voyez, à ce sujet, Julius Sachs, *Ueber das Auftreten der Stærke bei der Keimung œlhaltiger Saamen* (*Botan. Zeitung*, 1859, p. 177 et 185).

Période secondaire. — Le début de cette période est marqué par le dédoublement, au moyen de cloisons tangentielles, des cellules du rang conjonctif qui touche immédiatement le faisceau libérien primitif. Les deux nouvelles cellules ainsi formées se divisent ensuite successivement, l'externe en direction centripète, l'interne en direction centrifuge, de manière à former un double massif de séries radiales où les éléments sont d'autant plus jeunes qu'ils sont plus rapprochés de la ligne médiane où se trouve et se maintient leur lieu de formation.

Les cellules de la région interne et centrifuge du massif se transforment dans l'ordre de leur production, c'est-à-dire de dedans en dehors, en vaisseaux dont les premiers se posent par conséquent très-près de la bande vasculaire primitive, n'en étant séparés que par un rang de cellules conjonctives. Souvent même ils sont en contact direct avec cette bande. Ces vaisseaux, bientôt mélangés de cellules allongées qui s'épaississent en fibres, forment le bois secondaire dont les groupes alternent par conséquent avec le bois primaire. Ainsi, tandis que le bois primaire est exclusivement formé de vaisseaux, dans le bois secondaire les vaisseaux se trouvent mêlés de cellules allongées et épaissies en fibres. C'est là, comme on le sait, le caractère général des Dicotylédones Angiospermes. Mais les Gymnospermes (Conifères et Cycadées) se comportent autrement. Le bois secondaire y conserve indéfiniment le caractère de pureté du bois primaire, et se trouve exclusivement composé de vaisseaux du même ordre, en mettant à part, bien entendu, les rayons parenchymateux (1). Quant aux Monocotylédones et aux Cryptogames vasculaires, il ne s'y fait jamais de bois secondaire, tandis qu'il s'en fait toujours chez les Dicotylédones (2).

---

(1) Pendant la période germinative, il ne se dépose pas d'amidon dans les cellules qui bordent les canaux oléifères, mais en revanche elles contiennent du tannin en abondance et noircissent par les sels de fer (J. Sachs). La membrane protectrice est donc formée, pendant cette période, de deux arcs amylifères superposés aux faisceaux vasculaires, et de deux arcs, à la fois tannifères et oléifères, superposés aux faisceaux libériens.

(2) Voyez, à ce sujet, *Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires : la Racine*, (*Ann. des sc. nat.* 5^e série, t. XIII, p. 223 et 231, fig. 52-54). Voyez surtout le chapitre du présent travail relatif aux Ombellifères et Araliacées.

Les cellules de la région externe et centripète du massif se transforment de dehors en dedans en un mélange de vaisseaux grillagés et de cellules libériennes ordinaires. Ce mélange constitue le liber secondaire qui est superposé au liber primaire.

Il se forme donc, au début, sur le bord interne de chaque faisceau libérien primitif et par le jeu double d'un arc générateur d'origine conjonctive, un faisceau double, libérien en dehors, ligneux en dedans, que j'appellerai donc *libéro-ligneux*, et qui refoule en dehors le faisceau libérien primitif qu'il déborde beaucoup de chaque côté. Bientôt les cellules rhizogènes superposées aux vaisseaux primitifs se dédoublent, et quand les arcs générateurs, dans leur déplacement vers l'extérieur, sont parvenus à faire partie d'une circonférence tangente aux vaisseaux les plus étroits, ils se réunissent l'un à l'autre par l'intermédiaire de la moitié interne des cellules rhizogènes ainsi dédoublées, en une couche génératrice qui produit désormais un anneau libéro-ligneux continu. Plus tard cet anneau se divise, par la formation de rayons parenchymateux internes qui se continuent à la fois

---

(1) Voyez, sur ce point, le mémoire déjà cité : *Ann. des sc. nat.*, 5^{e} série, t. XIII, p. 187 et suiv.

(2) *Loc. cit.*, p. 258 et suiv., et p. 279.

dans le liber et dans le bois, en un certain nombre de bandes rayonnantes libéro-ligneuses. Enfin, mais assez tard, les cellules de la membrane rhizogène, par exemple celles qui séparent les groupes libériens primaires de la membrane protectrice, se segmentent, non-seulement par des parois radiales, comme elles l'ont fait jusqu'alors pour se prêter à l'extension progressive du cylindre central, mais encore par des cloisons tangentielles de manière à former une zone peu épaisse de parenchyme cortical secondaire.

Voilà comment les formations secondaires s'introduisent peu à peu dans le cylindre central de la racine, dont elles accroissent progressivement le diamètre jusqu'à la fin de la période végétative.

Que deviennent pendant ce temps, et notre parenchyme cortical primaire, et nos canaux oléifères? L'écorce primaire se prête, grâce à la division de ses cellules par des cloisons à la fois tangentielles et radiales, à l'extension progressive du cylindre central. Elle persiste donc sans s'exfolier. Les cellules de la membrane protectrice qui bordent et séparent les canaux oléifères s'étendent d'abord tangentiellement, puis chacune d'elles se divise en deux par une cloison radiale, plissée comme les parois latérales primitives et au même endroit, mais sans laisser toutefois de méat oléifère entre ses deux moitiés et les deux moitiés correspondantes de la cellule superposée qui se dédouble en même temps qu'elle. Puis chaque cellule nouvelle se divise en deux de la même façon, et ainsi de suite. De sorte qu'au bout d'un certain temps, deux quelconques des canaux oléifères primitifs, d'abord isolés par une seule largeur de cellule, se trouvent séparés par une vingtaine de cellules protectrices plissées, nées à l'intérieur d'un seul élément primitif. Les cellules plissées ne se divisant jamais par des cloisons tangentielles, les canaux oléifères un peu élargis demeurent toujours appliqués immédiatement contre la membrane protectrice.

Ainsi les canaux oléifères persistent dans le parenchyme cortical primaire jusqu'à la fin de la période végétative. Le nombre ne s'en accroît pas et ils ne s'écartent pas de la membrane protectrice, mais ils s'éloignent progressivement les uns des autres pour se distribuer uniformément à la surface du cylindre central à mesure que ce dernier s'élargit.

Mais si le cylindre central est absolument privé d'huile essentielle dans sa période primaire, ne s'y forme-t-il jamais d'essence dans les productions secondaires ? Pendant longtemps on n'en voit pas. Toutefois, si l'on examine la base du pivot à l'automne, on en rencontre en certains points situés dans les rayons parenchymateux du liber secondaire ; il n'y en a pas dans la partie de ces rayons qui traverse le bois. Et l'on s'assure que l'huile essentielle y est sécrétée et demeure contenue directement dans certaines cellules de ces rayons, isolées ou associées en groupes au milieu d'autres cellules hyalines ; elle ne se déverse pas dans des canaux interstitiels. L'huile y apparaît d'ailleurs de dehors en dedans. Elle se forme d'abord dans les cellules les plus âgées du rayon, où elle est déjà d'un jaune orangé quand les éléments plus intérieurs commencent seulement à acquérir une légère teinte verdâtre.

En résumé, dans l'organisation primaire de la racine, qu'elle soit principale ou secondaire, normale ou adventive, l'huile essentielle est contenue dans un système d'étroits canaux quadrangulaires (1) creusés dans l'épaisseur de la membrane protectrice dédoublée et associés au nombre de six ordinairement au dos de chaque faisceau libérien primitif. Les cellules dédoublées de ces arcs oléifères superposés aux faisceaux libériens, dans lesquelles se forme l'huile qui se déverse dans les canaux, se montrent dès l'origine douées de propriétés différentes de celles des éléments qui forment les arcs protecteurs alternes superposés aux faisceaux vasculaires. Car, tandis que ces derniers sont le lieu exclusif de la formation et du dépôt transitoire de l'amidon pendant la période germinative, les premiers sont, pendant cette même période, le siége principal de la production transitoire du tannin.

---

(1) Les deux canaux extrêmes de l'arc sont toujours triangulaires ; tous les autres quadrangulaires. Dans l'arc de canaux oléifères de la racine des Ombellifères, au contraire, le canal médian seul est quadrangulaire, tous les autres triangulaires.

Plus tard, après l'apparition des faisceaux, puis de l'anneau libéro-ligneux secondaires, ces canaux subsistent seuls, mais ils vont sans cesse s'écartant l'un de l'autre en demeurant toutefois en contact avec la membrane plissée, et ils se distribuent en définitive uniformément au pourtour du cylindre central élargi.

Enfin, vers le déclin de la période végétative et dans la région la plus âgée de la racine, on voit apparaître, dans certaines cellules appartenant aux rayons du liber secondaire, une huile essentielle toute semblable à celle que recèlent les canaux corticaux. A l'appareil interstitiel primitif si nettement circonscrit se superpose alors un appareil cellulaire assez vaguement délimité.

Tige.

Étudions la tige jeune, avant l'apparition des formations secondaires, et portons d'abord notre attention sur sa région hypocotylée ou tigelle, et notamment sur la base de cette région, là où s'opère le passage de la racine principale à la tige. Ce passage est indiqué au dehors par une ligne circulaire très-nette séparant l'épiderme rose et lisse de la tigelle de l'épiderme gris et velu de la racine.

D'une façon générale, il existe toujours entre ces deux épidermes une brusque différence qui indique nettement au dehors la limite entre la racine et la tige, et cette différence superficielle provient de la différence d'origine des deux organes. La tigelle, en effet, est un axe primitif exogène, tandis que la racine principale est un axe secondaire endogène. La tigelle de la plantule est issue du simple allongement de la tigelle de l'embryon, laquelle s'est développée directement dans le sac embryonnaire par les segmentations successives de la moitié inférieure de la cellule primordiale. Sa surface externe, son épiderme, a donc toujours été extérieure. La racine principale au contraire est née à l'intérieur du tissu de la tigelle, au voisinage de sa base, c'est-à-dire de son point d'attache au suspenseur, par la formation d'une calotte de cellules génératrices à une certaine profondeur au-dessous de ce point d'attache. Ces cellules génératrices, se divisant à la fois vers le suspenseur et vers la tigelle, donnent d'un côté la coiffe et de l'autre le corps même de la racine. Ce corps est plus ou moins développé dans l'embryon. A la germination, le cône radical refoule le sac formé autour de lui par le tissu périphérique de la base de la tigelle et s'allonge au dehors. Dans un certain nombre de cas (*Tropæolum*, Graminées, etc.), ce tissu périphérique est épais, et après sa rupture il subsiste en forme de manchette autour de la racine principale. Mais dans la plupart des plantes le sac est très-mince, il s'émiette en quelque sorte et disparaît de bonne heure, de sorte que la manchette se réduit à une ligne nette circonscrivant la base du pivot. Ainsi, sous le rapport de son origine endogène, le pivot se comporte comme toutes les racines adventives primaires, et comme toutes les racines normales secondaires, tertiaires, etc.; il n'en diffère que par sa position terminale. Donc, la surface externe de la racine, son épiderme, était d'abord intérieure à un tissu préexistant ; la surface externe de la tige, son épiderme, a toujours été extérieure. De là, la nature différente de ces deux surfaces, et dans le premier âge, tant que les épidermes ne sont pas exfoliés, une limite fort nette.

Cela posé, cherchons dans le cas particulier qui nous occupe aujourd'hui si cette limite superficielle facile à constater, mais essentiellement éphémère, ne coïncide pas avec une limite interne fondée sur l'organisation du cylindre central, un peu moins aisée à apprécier peut-être, mais indéfiniment persistante et inaltérable.

Quand par une série de sections à travers la partie supérieure du pivot on s'approche de sa base, on voit les deux lames vasculaires se séparer au centre à cause du brusque élargissement du cylindre central, tandis que le tissu conjonctif se développant à mesure remplit tout l'espace laissé entre elles. Puis chaque lame cunéiforme se scinde en deux suivant son rayon médian et à partir du centre, et il en est de même des deux faisceaux libériens dont les deux moitiés s'écartent simplement l'une de l'autre. Chaque moitié de la lame vasculaire primitive tourne alors autour de la pointe commune immobile, c'est-à-dire autour du premier vaisseau formé qui reste en place, et quand la rotation est de 90 degrés, les deux moitiés sont dans le prolongement l'une de l'autre, pointe contre pointe. Elles s'arquent ensuite en dehors de manière à venir placer leur base élargie contre le bord interne de la moitié correspondante du faisceau libérien, puis elles achèvent de se séparer en isolant leurs pointes du premier vaisseau formé qui demeure en place. Enfin, elles se ramassent sur elles-mêmes en superposition avec les faisceaux libériens, et finissent par tourner vers le centre leurs vaisseaux les plus étroits. Ainsi, pendant que le liber primaire subit un dédoublement et une translation latérale, le bois primaire subit un dédoublement, une translation latérale et une rotation de 180 degrés. Il était centripète, il est devenu centrifuge. Il était alterne avec le liber primaire, il lui est désormais superposé. Nous étions tout à l'heure dans la racine, c'est-à-dire au-dessous de la limite superficielle dont nous venons de parler ; nous sommes maintenant dans la tige, c'est-à-dire au-dessus de cette limite, et il y a exacte coïncidence dans les deux passages. Là donc où s'opèrent le dédoublement du faisceau vasculaire ou du bois primaire, la demi-rotation qui le rend centrifuge et la translation latérale qui l'amène à se superposer au bord interne du liber primaire lui-même dédoublé et dévié, là est la limite anatomique, la séparation interne entre la racine et la tige (1).

La tigelle possède donc dès sa base quatre faisceaux doubles

---

(1) Dans la plante que nous étudions, le faisceau libérien et le faisceau vasculaire se dédoublent tous les deux, et pour se lier ensemble ils font chacun la moitié du chemin. Ailleurs le faisceau vasculaire seul se divise et vient se placer en dedans du faisceau libérien demeuré immobile. Dans d'autres cas, c'est le faisceau vasculaire qui reste en place en tournant sur lui-même, tandis que le libérien se dédouble et vient se placer en dehors de lui.

Dans un grand nombre de plantes que j'ai étudiées à ce point de vue, les quatre temps de la transformation interne sont, comme dans l'Œillet d'Inde et les autres Composées, presque simultanés. La rotation du faisceau vasculaire qui de centripète devient centrifuge en passant par un développement latéral, sa superposition au faisceau libérien, la brusque interruption de la membrane rhizogène en dehors de ce dernier, enfin la dilatation du cylindre central avec interposition du tissu conjonctif, ces quatre changements s'y opèrent dans un très-court espace et exactement au niveau marqué par la limite superficielle. Il est bien entendu d'ailleurs que de ces quatre changements les trois premiers seuls sont essentiels ; le dernier n'est qu'accessoire, libéro-ligneux disposés en cercle, dont aucun ne continue la direction des quatre faisceaux simples purement libériens et purement ligneux du pivot, mais qui alternent exactement avec eux. Les cotylédons qui la terminent s'insèrent vis-à-vis des deux intervalles qui correspondent aux faisceaux vasculaires du pivot et aux deux rangs de radicelles ; ces intervalles sont marqués par la présence d'un unique vaisseau spiralé déroulable, séparé de la membrane protectrice par une assise de cellules rhizogènes, et qui n'est autre chose que la continuation du vaisseau le plus externe de la lame vasculaire du pivot. C'est devant les deux intervalles entièrement libres que naissent les feuilles de la seconde paire.

En même temps que le dédoublement et la rotation des faisceaux vasculaires s'opéraient à la base de la tigelle, le cylindre central continuait la dilatation déjà commencée dans le haut du pivot, et un large tissu conjonctif parenchymateux, qui se prolonge désormais dans toute l'étendue de la tige principale et de ses diverses ramifications, venait séparer les faisceaux libéro-ligneux.

A l'entrée même de la tige, la membrane rhizogène s'arrête brusquement en dehors des faisceaux libéro-ligneux qui viennent désormais appuyer directement leurs cellules libériennes les plus externes contre les cellules protectrices. Mais elle se continue dans l'intervalle entre les faisceaux pour donner nais-

---

puisque dans nombre de plantes le pivot lui-même possède un large tissu conjonctif qui peut être parenchymateux.

Mais ailleurs les quatre phases de la transformation ne se montrent que successivement et sont séparées par d'assez longs intervalles. C'est alors la première d'entre elles seulement qui coïncide avec la limite superficielle ; les autres s'opèrent plus ou moins haut dans la tigelle. Et s'il est vrai que ce premier changement suffit à marquer nettement le passage interne de la racine à la tige, il faut convenir cependant que la chose est alors moins saisissante que dans le cas ordinaire. Les Ombellifères, les Conifères, la Balsamine, offrent à cet égard trois modifications distinctes. Ces divers aspects du phénomène proviennent simplement de ce que l'accroissement intercalaire qui produit l'élongation de la tigelle de l'embryon se trouve localisé, suivant les cas, dans des régions un peu différentes de cette tigelle.

J'étudierai dans un prochain travail, avec tous les détails que comporte un sujet aussi délicat, les divers caractères du nœud anatomique qui sépare la racine principale de la tige, tant chez les Monocotylédones que chez les Dicotylédones.

sance, par son bord externe, aux racines adventives dont la disposition en quatre séries est ainsi déterminée, et par son bord interne aux arcs générateurs qui relieront entre eux les arcs générateurs des faisceaux et en formeront une zone génératrice continue.

La membrane protectrice se prolonge dans la tigelle, et, disons-le tout de suite, dans toute l'étendue de la tige et des branches, avec tous les caractères qu'elle possédait dans la racine. Ses cellules présentent sur chaque face latérale une série de courts plissements échelonnés rapprochée de la face interne, et sur chaque face transverse une fine bande d'épaississement, parfois striée en travers, qui relie les deux séries de plissements en un cadre continu. Elles ne possèdent pas de chlorophylle, mais seulement un liquide hyalin et un nucléus; l'amidon s'y concentre pendant la période germinative; plus tard elles n'en renferment plus. Par les progrès de l'âge, leur paroi, qui demeure mince, acquiert souvent des reflets irisés analogues à ceux qui caractérisent les assises subéreuses. Les éléments de la zone interne du parenchyme cortical conservent dans toute la tigelle leur disposition en séries radiales et en cercles concentriques, et leurs méats réguliers en forme de losanges; mais cet arrangement se perd au-dessus des cotylédons (1).

---

(1) Ainsi, et j'insiste sur ce point, la tige est, comme la racine, et dans toute son étendue, composée d'un cylindre central et d'un parenchyme cortical limité en dehors par un épiderme, en dedans par une membrane protectrice ou endoderme. C'est là le résultat d'une première différenciation opérée dans le parenchyme fondamental. Ensuite le cylindre central se différencie en cordes de tissu cambial allongé et en tissu conjonctif plus ou moins développé qui demeure en général parenchymateux dans la tige, et qui, dans la racine, par exemple dans les grosses racines adventives où il est abondamment développé, tantôt demeure parenchymateux et tantôt se fibrifie en tout ou en partie. Enfin les cordes cambiales se différencient à leur tour, et dans la tige elles se divisent en deux moitiés qui se transforment d'une manière différente et en sens inverse pour donner l'une le bois primaire centrifuge, l'autre le liber primaire centripète; elles constituent ainsi, en définitive, autant de faisceaux libéro-ligneux bipolaires. La moelle de la tige n'est donc pas, comme il paraît généralement admis, de même nature que le parenchyme cortical, dont elle serait la simple continuation à travers les rayons médullaires. La moelle et la partie des rayons médullaires intérieure à la membrane protectrice d'une part, l'écorce avec la partie des rayons médullaires extérieure à cette membrane d'autre part, sont des tissus distincts et d'âge différent. La preuve en est dans la mem-

Que deviennent pendant ce temps nos canaux oléifères? Déjà en remontant vers la base du pivot, à 3 ou 4 millimètres au-dessous de la limite, on voit les cellules protectrices dédoublées se remplir d'un liquide rose violacé dépourvu de granules, tandis que toutes les cellules simples de la membrane demeurent incolores. A la limite même, ce principe colorant dissous apparaît dans toutes les cellules de l'épiderme. Cette coloration similaire est une preuve nouvelle d'une certaine correspondance ou équivalence entre l'épiderme et l'endoderme; seulement, dans ce dernier, elle se montre un peu plus tôt et elle y demeure localisée dans les cellules dédoublées. Pendant que les faisceaux libériens se bifurquent, les arcs oléifères violacés qui leur correspondent se dédoublent aussi. Deux ou trois canaux, creusés entre six ou huit cellules rouges, accompagnent chaque nouveau faisceau libérien, et par conséquent viennent occuper le dos de chaque faisceau libéro-ligneux, appliquant directement leurs cellules rouges internes plissées contre les cellules libériennes les plus externes. Ces canaux sont tous quadrangulaires désormais, car les méats externes des arcs de la racine, qui seuls

---

brane protectrice qui limite si nettement l'écorce à laquelle elle appartient. La preuve en est encore dans la formation des racines adventives aux dépens des cellules périphériques du tissu central qui sont directement en contact avec les cellules plissées dans les intervalles entre les faisceaux; en sorte que cette membrane rhizogène limite nettement le tissu conjonctif central partout où il communique avec le parenchyme cortical. Une double ceinture sépare ainsi ces deux tissus.

J'appelle donc, comme dans la racine, tissu conjonctif, la partie du cylindre central non différenciée en faisceaux libéro-ligneux, et parenchyme cortical ou écorce primaire, tout ce qui est en dehors de la membrane protectrice ondulée, y compris cette membrane.

Le caractère sur lequel je viens d'appeler l'attention se retrouve dans la tige de la grande majorité des plantes vasculaires, mais il souffre pourtant quelques exceptions. M. Caspary a montré, en effet, que dans quelques plantes (*Minyanthes trifoliata*, *Adoxa moschatellina*, *Brasenia peltata*) chaque faisceau constitutif de la tige est individuellement entouré par une membrane protectrice à cellules plissées (*Bemerkungen über die Schutzscheide*, in Pringsheim's *Jahrbücher*, 1865-66, IV, p. 101). J'ai retrouvé le même fait sur quelques autres plantes, notamment sur l'*Hydrocleis Humboldtii*. Dans ce cas, il n'y a pas non plus de membrane rhizogène dans les entrenœuds de la tige, et il n'existe aucune solution de continuité, aucune distinction réelle entre le parenchyme cortical et la moelle.

étaient triangulaires, ne se continuent pas dans la tigelle (1).

En même temps commencent à apparaître dans chaque cellule rose, et seulement contre la face qui borde le méat oléifère, de petits granules jaune orangé, de même couleur que l'huile qui remplit ce méat. Ces petits granules bleuissent par l'iode, ils sont donc amylacés. A mesure qu'on s'élève dans la tigelle, ces grains amylacés jaunes, toujours exclusivement appliqués contre le méat, augmentent en grosseur et en quantité, mais le liquide cellulaire demeure violacé et les cellules conservent leur dimension. Dans le tiers supérieur de l'organe il s'opère quelques changements. Les deux canaux oléifères de chaque faisceau se fondent en un seul canal un peu plus large entouré par six cellules. Puis ces cellules se divisent par une cloison parallèle à l'axe du méat. Les cellules externes se décolorent, tandis que les nouvelles cellules de bordure, plus petites, conservent d'abord leur liquide violacé et ont leur paquet de grains jaunes appliqué contre leur face bombée. Enfin, au voisinage des cotylédons, le liquide des cellules de bordure se décolore à son tour, et ces éléments n'ont plus que la couleur jaune orangé que leur donnent leurs nombreux granules. Ce pigment jaune des cellules de bordure paraît dû à une simple transformation des grains de chlorophylle qui se trouvent dans les cellules du parenchyme cortical; mais il en diffère par l'amidon qu'il renferme.

Ainsi, dès leur entrée dans la tige, les canaux oléifères se transforment progressivement par une spécialisation de plus en plus grande des cellules qui les bordent. Celles-ci, qui dans les racines ne possèdent qu'un nucléus appliqué contre le méat et un liquide incolore dépourvu de granules, acquièrent d'abord un principe colorant rose dissous, puis un pigment jaune en grains amylacés; enfin elles se divisent en donnant au canal une bordure spéciale de petites cellules qui contiennent tout le pigment. Cette bordure est donc désormais séparée des cellules libériennes externes par un rang de cellules plissées incolores, et le canal oléifère est distinct de la membrane protectrice et seulement appliqué contre elle. C'est le caractère qu'il conservera dans toute l'étendue de la tige et de ses ramifications.

---

(1) La largeur des méats oléifères de la tigelle, estimée suivant les diagonales du losange, est d'environ $0^{mm},008$.

Au nœud cotylédonaire, le nombre et la disposition des faisceaux libéro-ligneux et des canaux oléifères se compliquent à la fois. Les quatre faisceaux de la tigelle s'échappent dans les cotylédons. Mais au-dessus de l'insertion de ceux-ci la tige possède quatorze nouveaux faisceaux, six foliaires et huit réparateurs plus puissants, distribués de la manière suivante : La tige est carrée ; il y a un foliaire à chaque angle et un autre au milieu de chacun des côtés qui correspondent aux feuilles de la seconde paire ; il y a deux réparateurs rapprochés sur chaque face répondant aux cotylédons et deux réparateurs séparés par un foliaire sur les deux autres faces. Ces quatorze faisceaux touchent par leurs arcs libériens la membrane protectrice dans laquelle ils déterminent autant d'angles saillants. En dehors de cette membrane et appuyant ses quatre à sept petites cellules de bordure jaunes et amylifères contre les éléments plissés, on trouve un canal oléifère à droite et un autre à gauche de chaque faisceau foliaire ; il y a donc douze canaux. Vers le milieu de l'entrenœud, les deux réparateurs des faces cotylédonaires produisent entre eux un nouveau faisceau foliaire destiné à la troisième paire et le nombre des faisceaux est porté à seize ; mais les canaux oléifères latéraux des nouveaux foliaires n'apparaissent qu'au nœud suivant par le dédoublement des deux voisins. Et comme en même temps le foliaire médian des deux autres côtés s'échappe avec ses deux canaux, la tige n'a encore dans l'entrenœud suivant que quatorze, puis seize faisceaux et douze canaux oléifères.

Les choses continuent ainsi jusqu'à la cinquième paire de feuilles. Ensuite les feuilles se dissocient et se disposent en spirale 3/8 ou 5/13. La tige a environ treize faisceaux libéro-ligneux, et les canaux oléifères, qui y accompagnent toujours les faisceaux foliaires de chaque côté de leur arc libérien, sont à un niveau donné en nombre double des faisceaux foliaires formés à ce niveau, c'est-à-dire ordinairement dix et quelquefois jusqu'à quatorze.

Ainsi, en aucun point de l'organisation primaire de la tige et des branches, les canaux oléifères ne pénètrent à l'intérieur du cylindre central. Il ne saurait donc s'établir de rapports directs entre eux et les faisceaux libéro-ligneux.

Si, pour nous faire une idée de la phase du développement où apparaissent les canaux oléifères, nous nous élevons maintenant jusqu'au sommet de la tige, nous les trouverons déjà développés avec tous leurs caractères à droite et à gauche des faisceaux foliaires, avant que le premier vaisseau se soit formé dans la partie interne de ces derniers. Les cellules de bordure y présentent déjà la coloration orangée et les grains amylacés caractéristiques, alors qu'aucun grain d'amidon n'existe dans les autres points du tissu.

Du sommet d'une tige âgée, redescendons maintenant vers sa base, pour en étudier les formations secondaires. Considérons, par exemple, l'entre-nœud supérieur aux cotylédons vers la fin de la période végétative. L'écorce primaire subsiste, et ses canaux élargis tangentiellement, pleins d'une huile verdâtre, munis d'une bordure orangée et amylacée, sont toujours en contact immédiat avec la membrane protectrice. Pour se prêter à la dilatation du cylindre central, cette dernière a divisé ses cellules par de nombreuses cloisons radiales, plissées comme les parois latérales primitives et au même endroit. Les faisceaux du cylindre central se sont accrus par la formation, au moyen d'arcs générateurs intra-libériens bientôt confluents en une zone génératrice continue, d'un anneau libéro-ligneux secondaire traversé par des rayons de parenchyme secondaire. Dans la partie libérienne de ces rayons on voit des cellules éparses pleines d'huile essentielle qui s'y développe de dehors en dedans en suivant les progrès de l'âge.

Les formations libéro-ligneuses secondaires présentent donc dans la tige le même caractère que dans la racine. Il s'y superpose de même tardivement au premier appareil oléifère interstitiel si nettement caractérisé et cortical, un second appareil cellulaire, intérieur au liber des faisceaux et assez diffus.

Feuille.

Chaque cotylédon entraîne deux des faisceaux principaux de la tigelle qui se réunissent pour former sa nervure médiane, et en outre il reçoit deux branches latérales provenant de la bifurcation de deux faisceaux nouvellement formés dans les intervalles qui correspondent aux feuilles de la seconde paire. Il a donc trois nervures à sa base. Les canaux oléifères qui, dans la tigelle, occupent le dos des deux faisceaux principaux, s'incurvent avec ces faisceaux, mais ils s'arrêtent à la base du cotylédon. Cependant le cotylédon renferme de l'huile essentielle. Elle y est contenue dans deux séries de poches sphériques qui longent, au nombre de huit à douze pour chaque série, les deux bords du limbe, et que l'on aperçoit à la face inférieure de la feuille comme autant de petits cercles d'un rouge violacé. Ces poches sont creusées dans le parenchyme de la face inférieure du limbe; elles sont pleines d'une huile jaune orangée ou verdâtre, et bordées de plusieurs séries concentriques de cellules à pigment jaune amylacé. Sur tout le cercle superposé à la poche, l'épiderme inférieur, qui en est très-voisin, est dépourvu de stomates et a ses cellules remplies du principe colorant rose violacé que nous y avons déjà rencontré dans la tigelle.

La feuille ordinaire prend à la tige trois faisceaux. Le médian y passe avec ses deux canaux; chacun des deux latéraux, provenant du dédoublement d'un faisceau foliaire de la tige, n'y entraîne qu'un seul canal situé du côté qui regarde le faisceau médian. En sorte que près de son insertion la feuille a trois faisceaux libéro-ligneux et quatre canaux oléifères.

Chaque faisceau foliaire, en émergeant, demeure enveloppé dans la membrane protectrice qui se replie tout autour de lui pour lui former une gaîne individuelle. Le parenchyme ambiant du pétiole, étant le prolongement pur et simple du parenchyme cortical de la tige, ne se sépare pas, comme le parenchyme fondamental de la racine et de la tige en deux régions par une membrane protectrice générale tangente à tous les faisceaux.

Si de l'insertion on remonte le long du pétiole, on voit bientôt les deux canaux appartenant aux deux faisceaux latéraux s'arrêter. Les deux canaux qui accompagnent le faisceau médian cheminent jusque vers l'insertion de la première paire de larges segments, qui est la quatrième paire de segments latéraux en comptant les stipulaires. Au-dessus de ce point, le pétiole ne possède plus de canaux continus. Aucun de ces canaux ne se rend d'ailleurs dans les segments latéraux. Les segments du limbe de la feuille renferment seulement, de chaque côté de leur nervure médiane, une série de grandes poches sphériques oléifères bordées de cellules spéciales qui contiennent des grains amylifères orangés. Ces poches sont très-rapprochées du bord, aux dents duquel elles correspondent assez régulièrement (1). Comme les faisceaux, elles sont situées dans le parenchyme de la face inférieure de la feuille, au voisinage de l'épiderme qu'elles soulèvent. Vers la fin de la période végétative, on trouve souvent les cellules sécrétantes en partie résorbées, et il n'est pas rare de voir les cellules épidermiques se détruire aussi au centre de la proéminence, de manière à laisser écouler au dehors l'huile essentielle. A la proéminence succède alors une dépression.

Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer ici que les poches oléifères du limbe foliaire des *Tagetes* ont une origine, un mode de développement, en un mot, une valeur anatomique différente de celle des glandes intérieures de la feuille des Orangers, des Myrtes, des Rues, etc., auxquelles une certaine analogie de position, de forme et de contenu, pourrait tout d'abord les faire assimiler. On sait en effet, d'une façon précise, depuis le travail récent de M. Martinet (2), que les glandes intérieures des *Citrus* sont, à l'origine, des masses compactes de cellules polyédriques qui diffèrent du tissu ambiant par leur dimension et leur contenu. Plus tard, et sans qu'il s'y creuse un méat intercellulaire central, les cellules de cette masse résorbent leurs parois du centre à la circonférence, et laissent en liberté, dans la cavité ainsi constituée, l'huile essentielle qu'elles ont produite dans leur intérieur. Les poches oléifères de la feuille des Tagétinées ne sont au contraire que des canaux sécréteurs interrompus, et en quelque sorte émiettés.

---

(1) Dans la feuille du *Tagetes erecta*, les poches oléifères sont plus nombreuses. Outre ses deux séries marginales, chaque segment y présente, en effet, deux autres séries de poches plus rapprochées de la nervure médiane.

(2) J. B. Martinet, *Organes de sécrétion des végétaux* (*Ann. des sc. nat.*, 5^e série, 1872, t. XIV, p. 114 et suiv.).

Pédoncule floral.

Tantôt le pédoncule floral fistuleux a huit côtes et produit un involucre à huit bractées disposées suivant une spire 3/8 en une sorte de calice gamosépale denté. Tantôt il n'a que cinq côtes et se termine par un involucre calicoïde à cinq dents. Dans ce second cas, on compte vingt faisceaux libéro-ligneux appuyés directement contre la membrane protectrice qui sépare le parenchyme cortical du tissu conjonctif. Il y a cinq faisceaux principaux aux angles, cinq plus petits au milieu des côtés, et dix autres alternes beaucoup plus faibles et réduits souvent à des filets de tissu allongé sans trace de vaisseaux. Les canaux oléifères appuient, comme dans la tige, leurs cellules de bordure orangées et amylifères contre les cellules plissées, et ils accompagnent de chaque côté les cinq faisceaux principaux. Il y en a donc dix dans un pareil pédoncule.

Involucre.

Chaque bractée de l'involucre entraîne trois faisceaux; le médian y pénètre avec ses deux canaux latéraux. Mais ces derniers s'interrompent bientôt, puis reprennent pour s'interrompre de nouveau, et ainsi de suite, formant de chaque côté de la nervure médiane une série de cinq ou six poches oléifères fort allongées. Ces poches sont situées, comme les nervures elles-mêmes, dans le parenchyme de la face inférieure de la feuille, où elles proéminent. Elles sont bordées de cellules spéciales orangées et amylifères, et la couche de fibres sous-épidermiques s'interrompt au-dessous d'elles.

Les choses se passent donc dans la bractée à peu près comme dans le cotylédon et comme dans chacun des segments latéraux d'une feuille ordinaire.

Pédicelle.

Au-dessus de l'involucre, le pédoncule floral, redevenu plein, émet en spirale 5/13 des fascicules très-ténus pour des bractées florales extrêmement peu développées, et à l'aisselle de chaque fascicule deux faisceaux latéraux destinés au pédicelle floral. Pendant leur trajet oblique à travers le parenchyme cortical, il se forme entre ces derniers un large canal oléifère bordé de six à huit cellules orangées pourvues de grains d'amidon appliqués contre la face qui touche le canal. Arrivés à la périphérie, ces deux faisceaux s'unissent en cercle, et le canal est compris au centre de la petite moelle qu'ils circonscrivent.

Ainsi, fait curieux et que l'étude des axes végétatifs était loin de nous faire prévoir, le pédicelle floral possède un seul canal oléifère au centre de sa moelle.

Ce petit cercle ne tarde pas d'ailleurs à émettre une série de branches vasculaires dans le parenchyme cortical externe, tandis qu'il reste au centre un anneau entourant le canal oléifère axile. Les faisceaux externes s'élèvent dans la paroi de l'ovaire infère, et ils sont destinés à former tous les appendices de la fleur. Le petit anneau central perd bientôt son canal sécréteur, qui s'arrête brusquement à la base même de l'ovaire, et il se résout en un faisceau unique qui pénètre dans l'enveloppe de la graine.

Ce faisceau remonte ensuite tout le long d'un côté de la graine jusqu'à la chalaze, puis redescend du côté opposé jusque vers le micropyle. Le plan principal de l'embryon, c'est-à-dire le plan qui passe par l'axe de la tigelle et les nervures médianes des deux cotylédons, est perpendiculaire au plan de symétrie de la graine ainsi déterminé.

Fleur.

On ne trouve de canaux ou de poches oléifères ni dans la paroi complexe de l'ovaire infère, ni dans l'enveloppe de la graine, ni dans les écailles calicinales, ni dans le style, ni dans le tube de la corolle. Cependant, à partir du point où ce tube se fend et s'étale, on y voit apparaître des poches oléifères, disposées notamment en deux séries qui longent les bords de la corolle étalée, entre l'avant-dernier faisceau et le dernier. Ces poches sont allongées et analogues à celles de l'involucre.

Embryon.

Enfin, pour compléter cette étude, jetons un coup d'œil sur les diverses parties de l'embryon.

Le cône radiculaire de l'embryon a déjà sa membrane protectrice dédoublée suivant deux arcs opposés, et entre les cellules dédoublées on distingue des méats quadrangulaires très-étroits, n'ayant que $0^{mm},002$ de diamètre, et moins encore; mais je n'y ai pas constaté avec certitude la présence de l'huile. Dans la tigelle, la membrane protectrice présente quatre arcs de cellules dédoublées, rapprochés deux par deux, et creusés de méats où la présence de l'huile jaune ne m'a paru certaine qu'au voisinage des cotylédons. Enfin les cotylédons montrent le long de leurs bords des sortes de noyaux de cellules disposées concentriquement, et au centre de ces noyaux se trouve une petite cavité pleine d'huile jaune.

Ainsi l'embryon renferme de l'huile essentielle dans ses cotylédons, il n'en possède pas encore dans sa tigelle et dans sa radicule où l'appareil destiné à la contenir est cependant tout formé. Toutefois, ni dans la tigelle, ni dans les cotylédons, je n'ai trouvé d'amidon dans les cellules qui bordent la cavité oléifère. L'huile existe donc dans la cavité avant que l'amidon ait apparu dans les cellules de bordure.

De cette localisation de l'huile dans les cotylédons et dans la région supérieure de la tigelle de l'embryon, et de cette circonstance que dans la plante développée les canaux de la racine et de la partie inférieure de la tigelle ne sont pas, comme dans la tige, bordés par de petites cellules spéciales contenant un protoplasma divisé en grains amylacés de couleur orangée, on pourrait être tenté de conclure que l'huile se forme tout d'abord dans les cotylédons et dans la région de la plante située au-dessus d'eux, et que c'est de là qu'elle s'écoule ensuite dans le pivot et dans ses ramifications. L'expérience suivante montre qu'il n'en est rien.

A dix embryons de grand Œillet d'Inde (*Tagetes erecta*) et à dix embryons de grand Soleil (*Helianthus annuus*), on enlève le cône radiculaire, et l'on met ces dix radicules à germer sur de la ouate humide à une température de 22 à 25 degrés, à côté de deux embryons de ces mêmes plantes, entiers, mais dénudés, et qui serviront de témoins.

Après vingt-quatre heures, les radicules, qui, au début, atteignent à peine un demi-millimètre de longueur, se sont développées en racines très-grêles étendues sur le lit d'ouate, longues de 8 à 10 millimètres, couvertes de poils blancs dans leur moitié la plus âgée. Elles ne portent pas de radicelles, mais sont aussi longues que les pivots plus épais des plantules témoins. Ces racines isolées s'accroissent encore un peu le second jour, puis demeurent stationnaires, et finissent par s'altérer et moisir. La structure en est de tout point semblable à celle du pivot normal de même âge. Mais surtout, et c'est ce qui nous intéresse plus particulièrement ici, on constate la présence d'une huile essentielle jaune verdâtre dans les étroits méats quadrangulaires creusés dans la membrane protectrice dédoublée, et qui sont rapprochés en arc au dos de chaque faisceau libérien.

L'huile essentielle renfermée dans les cananx oléifères du pivot et de ses ramifications s'y forme donc sur place, indépendamment de la tige et des feuilles, et elle y est sécrétée directement par les cellules dédoublées de la membrane protectrice.

Résumé.

Telle est la structure et tel est le mode de répartition de l'appareil oléifère dans l'ensemble de la plante et aux divers états de son développement.

En résumé, nous avons rencontré dans l'Œillet d'Inde cinq sortes d'organes producteurs d'huile essentielle :

1° Dans la racine, ce sont des canaux continus fort étroits, quadrangulaires et triangulaires, non bordés de cellules spéciales différentes des cellules protectrices elles-mêmes, rapprochés d'abord côte à côte au nombre de cinq à neuf au dos de chaque faisceau libérien primitif, mais s'écartant plus tard et tendant à se distribuer uniformément au pourtour du cylindre central élargi. Ils sont situés dans le parenchyme cortical, mais bien près de sa limite interne, puisqu'ils sont creusés dans l'épaisseur même de l'endoderme.

2° Dans la tige, et déjà au-dessous des cotylédons, ce sont des canaux continus bordés de cellules spéciales plus petites que les cellules ambiantes, et pourvus de grains de protoplasma amylacés de couleur orangée appliqués contre la face bombée qui touche le méat, grains qui paraissent résulter d'une altération particulière des grains de chlorophylle. Ces canaux bordés continuent ceux de la racine; ils sont distincts de la membrane protectrice contre laquelle ils appuient leur bordure. Excepté dans la tigelle, où ils occupent le dos de chacun des quatre faisceaux libéro-ligneux, ils sont situés un à droite et un à gauche de chaque faisceau foliaire du cylindre central.

Ni dans la tige, ni dans la racine, ces canaux ne pénètrent à l'intérieur du cylindre central. Ils n'ont donc et ne peuvent avoir aucun lien direct avec les faisceaux libériens ou ligneux.

3° Dans les feuilles, les canaux à bordure jaune et amylacée de la tige se continuent d'abord dans le pétiole, puis ils s'arrêtent sans pénétrer dans le limbe, où ils sont remplacés par des poches arrondies ou allongées qui possèdent la même structure que les canaux eux-mêmes.

4° Dans le pédicelle floral, c'est un canal unique situé au centre de la moelle, et l'organe est dépourvu de canaux corticaux.

5° Enfin, dans les productions secondaires que le jeu des arcs générateurs d'abord, puis de la couche génératrice qui résulte de la confluence de ces arcs à travers la membrane rhizogène, introduit dans le cylindre central, et cela aussi bien dans la tige que dans la racine, on voit apparaître de l'huile essentielle dans des cellules spéciales. Ces cellules oléifères appartiennent aux rayons de parenchyme secondaire, et seulement à la partie libérienne de ces rayons. Elles y sont isolées, ou groupées irrégulièrement au milieu des cellules ordinaires incolores.

II. — MODIFICATIONS DE L'APPAREIL OLÉIFÈRE DANS LES DIVERS GENRES DE LA FAMILLE.

Dans la première partie de ce chapitre j'ai décrit la structure et le mode de distribution des canaux oléifères dans les divers organes de l'Œillet d'Inde. Il me reste à étudier les modifications secondaires que cette structure et cette distribution subissent dans les principaux genres des différentes tribus de la famille des Composées.

Racine.

Dans l'organisation primaire de cet organe, sur laquelle j'ai surtout porté mon attention, les canaux oléifères affectent, partout où ils existent, la même structure et la même position. Ce sont toujours, comme dans l'Œillet d'Inde, de très-étroits méats creusés dans la membrane protectrice dédoublée localement à cet effet, non bordés de cellules spéciales différentes des cellules protectrices elles-mêmes, disposés au dos de chaque faisceau libérien primitif, dont leur cavité n'est séparée que par les cellules plissées et par les éléments de la membrane rhizogène, alternes par conséquent avec les faisceaux vasculaires primordiaux. Ces canaux sont le plus souvent quadrangulaires et associés côte à côte en formant autant d'arcs oléifères qu'il y a de faisceaux libériens; les méats extrêmes de chaque arc sont seuls triangulaires.

Dans le jeune âge, deux canaux consécutifs ne sont séparés que par une seule épaisseur de cellule, ou plus exactement par deux cellules superposées qui les bordent à la fois tous les deux; mais plus tard ils s'écartent de plus en plus par la division répétée de ces deux cellules au moyen de cloisons radiales qui sont toutes plissées dans la cellule interne. Entre les nouvelles cellules ainsi formées il ne se creuse pas de méats oléifères, de sorte que le nombre des canaux primitifs demeure constant. De plus, comme il ne se fait dans les cellules plissées aucune cloison tangentielle, les canaux demeurent toujours en contact avec la membrane protectrice, et ils ne font que la suivre dans son extension pour se distribuer peu à peu uniformément à la périphérie du cylindre central élargi.

Dans aucun cas la racine ne possède, pendant sa période primaire, de canaux oléifères dans son cylindre central, soit dans les faisceaux libériens, soit dans le tissu conjonctif, même quand ce dernier est très-développé, qu'il soit parenchymateux, comme dans les racines adventives à 9 ou 10 faisceaux du *Conyza Gouani*, ou fibreux, comme dans les racines adventives à 8 ou 10 faisceaux de l'*Eupatorium aromaticum*.

Voilà ce qui demeure constant. Ce qui varie d'un genre à l'autre, c'est le nombre des canaux associés qui correspondent à chaque faisceau libérien. Pour obtenir, sous ce rapport, des résultats comparables, il est nécessaire d'observer d'abord que ce nombre n'est pas absolument le même pour les divers faisceaux libériens d'une même racine, et surtout qu'il change si l'on compare dans la même plante deux racines ayant dans leur cylindre central un nombre différent de faisceaux constitutifs. Il est, jusqu'à un certain point, en relation avec la largeur du faisceau libérien, et il croît et diminue avec elle. Cependant si l'on supprime cette source de variations individuelles en ne comparant d'un genre à l'autre que des racines du même type numérique et en ne considérant que des nombres moyens, on réussit à mettre en évidence une simplification numérique liée à l'organisation des diverses tribus, et dont je voudrais indiquer le sens et fixer les principaux degrés.

Le nombre moyen des canaux adossés à chaque faisceau libérien est tantôt plus grand et tantôt plus petit que dans le *Tagetes patula*, où nous comptions d'ordinaire dans le pivot binaire 5-7 méats oléifères, et où la membrane protectrice se divisait en arcs sensiblement égaux, alternativement simples et dédoublés.

Il paraît constamment plus grand dans les plantes de la tribu des Cinarées. Ainsi le *Serratula centauroides* a dans une racine adventive quaternaire 12 à 15 méats oléifères rapprochés en arc au dos de chaque faisceau libérien, tandis qu'en face de chaque lame vasculaire il ne subsiste que deux cellules protectrices non dédoublées, ou même une seule. La racine principale binaire du *Cirsium arvense* a deux arcs oléifères extra-libériens comprenant chacun 15 à 20 méats. Les pivots binaires des *Carduus pycnocephalus*, *Silybum Marianum*, *Xeranthemum cylindraceum*, ainsi que les radicelles binaires ou ternaires des *Centaurea atropurpurea*, *Echinops exaltatus*, ont également leurs méats oléifères associés, au nombre d'une dizaine au moins, en dehors de chaque faisceau libérien.

Le nombre des canaux diminue dans les Calendulacées ; car si l'on compte encore 8 à 10 méats oléifères vis-à-vis de chaque faisceau libérien et cinq cellules protectrices non dédoublées vis-à-vis de chaque faisceau vasculaire dans la radicelle binaire du *Calendula officinalis*, il n'y a plus que 3-5 canaux dans le *Venidium calendulaceum*, et le nombre des cellules protectrices non dédoublées s'en accroît d'autant.

Mais la décroissance progressive est surtout marquée chez les Sénécionidées, comme on en jugera par les exemples suivants : *Helianthus annuus*, pivot quaternaire, 5-8 canaux ; *Gnaphalium citrinum*, racine binaire, 5-8 ; *Tagetes patula*, pivot binaire, 5-7 ; *Tanacetum vulgare*, *Arnica Chamissonis*, racine quaternaire, 4-6 ; *Santolina Chamæcyparissus*, racine quaternaire, 3-5 ; *Anthemis Pyrethrum*, racine ternaire, 3 ; *Cotula matricarioides*, racine ternaire, 2 ; *Achillea Millefolium*, racine ternaire, 1-3 ; *Senecio vulgaris*, racine quaternaire, 2 se fusionnant quelquefois en un seul; *Chrysanthemum Parthenium*, racine ternaire, 1, très-rarement 3.

Dans la tribu des Astéracées, la réduction numérique des canaux se fixe à son minimum. Car si une racine ternaire d'*Inula montana* a encore en dehors de chaque faisceau libérien un arc de 6 à 8 méats, on ne trouve dans une racine également ternaire de *Bellis perennis* qu'une seule cavité oléifère fort étroite, formée par le dédoublement de deux cellules protectrices contiguës. Il n'y a non plus qu'un seul canal, encore quadrangulaire, mais un peu plus large, dans une racine quaternaire d'*Erigeron glabellus*, se dilatant davantage dans les *Aster* et les *Conyza* par l'écartement total des deux cellules externes qui lui permettent de s'appuyer sur les cellules du troisième rang et de prendre une forme hexagonale, devenant énorme enfin et cylindrique dans une racine quaternaire de *Solidago limonifolia*, par suite de la dissociation complète et du grand écartement latéral des cellules du troisième, du quatrième et même du cinquième rang.

De leur côté, les Eupatoriacées présentent des différences numériques du même ordre. Ainsi une racine ternaire de *Tussilago Farfara* a, dans chaque arc supra-libérien, 5–7 méats oléifères; il y en a encore 2-3 dans une racine également ternaire d'*Ageratum conyzoides;* il n'y en a plus qu'un seul, plus large et rendu hexagonal par la dissociation des deux cellules du second rang, dans le *Petasites niveus* et l'*Eupatorium aromaticum.*

Enfin, comment se comporte la racine des Chicoracées sous le rapport des canaux oléifères?

On sait que les divers organes des plantes de cette tribu sont abondamment pourvus de vaisseaux laticifères anastomosés qui ont fixé l'attention de nombreux anatomistes. Aussi me bornerai-je à dire ici que dans l'organisation primaire de la racine, où ils ne paraissent pas avoir été étudiés, les laticifères appartiennent aux groupes libériens primitifs dont ils ne sont que certaines files de cellules transformées. Ils sont assez irrégulièrement mélangés aux autres cellules libériennes. Dans le très-jeune âge il semble même que tous les éléments libériens soient également remplis de latex, et que ce ne soit que plus tard que le suc laiteux se localise dans certaines cellules. Il n'y a pas de laticifères dans le tissu conjonctif, même quand il est très-développé, comme dans les racines adventives à 6 ou 8 faisceaux de l'*Hieracium cymosum*, par exemple. Plus tard, il se forme de nouveaux laticifères dans le liber secondaire issu du jeu externe de l'arc générateur ; ils sont associés aux vaisseaux grillagés dans les rayons d'éléments allongés ; les rayons de parenchyme secondaire qui séparent ces derniers en sont dépourvus. Souvent on observe dans les rayons libériens une alternance assez régulière entre les éléments grillagés et les laticifères. Ainsi dans l'*Hieracium cymosum*, par exemple, chaque cellule génératrice produit alternativement deux cellules grillagées à section carrée côte à côte, et un vaisseau laticifère ayant une largeur double et la même épaisseur ; plus tard les choses se dérangent un peu.

En résumé, les vaisseaux laticifères de la racine des Chicoracées appartiennent exclusivement au cylindre central ; aucun d'eux ne franchit la membrane rhizogène. Les canaux oléifères appartenant, au contraire, au parenchyme cortical, on peut concevoir à priori la coexistence possible de ces deux appareils qui semblent indépendants. Toutefois il n'en est pas ainsi, au moins dans la plupart des cas. Ainsi je n'ai rencontré aucun canal oléifère dans la majorité des Chicoracées, à la place où la racine des autres Composées en possède toujours, et la membrane protectrice y demeure simple, aussi bien en dehors des faisceaux libériens que des faisceaux vasculaires (*Hieracium cymosum*, *Lactuca sativa*, *Hypochœris radicata*, *Tragopogon crocifolius*, *Chondrilla brevirostris*, *Taraxacum Dens-leonis*, etc.). Mais déjà dans le pivot binaire du *Cichorium Intybus* et du *Lampsana communis*, je vois s'opérer en face des faisceaux libériens le dédoublement de quatre ou cinq cellules plissées, sans toutefois que les angles de ces cellules dédoublées s'arrondissent pour former des méats oléifères. Enfin le phénomène annoncé par ce dédoublement s'achève dans le *Scolymus grandiflorus*, où la membrane protectrice, dédoublée encore en face de chaque faisceau libérien s'y creuse en outre de cinq canaux oléifères rapprochés en arc, absolument comme dans le *Tagetes patula :* ce qui n'empêche pas un latex abondant de se former dans certains éléments du faisceau libérien. Ici donc les deux appareils coexistent dans le même organe, et sous ce rapport, comme sous plusieurs autres, les *Scolymus* se montrent intermédiaires aux Chicoracées vraies et aux Cinarées. Nous verrons tout à l'heure que ce passage, déjà annoncé par les *Cichorium* et *Lapsana*, ne s'opère pas seulement vers les Cinarées par l'intermédiaire de certaines Chicoracées, mais encore en sens inverse.

Jetons maintenant un coup d'œil sur l'organisation secondaire de la racine. Au point de vue qui nous occupe, les modifications présentées par les productions secondaires issues d'arcs générateurs d'abord distincts, bientôt confondus en une couche génératrice continue, sont beaucoup plus étendues que celles que nous ont offertes les formations primaires, et ces variations s'observent dans les plantes de la même tribu. N'ayant pas à ce sujet de documents suffisants pour me livrer utilement à une comparaison un peu étendue, je me bornerai à citer deux exemples. Parmi les Cinarées, si l'on étudie la racine âgée du *Centaurea atropurpurea*, on voit se former, dans le liber secondaire issu du jeu externe de l'arc générateur, des canaux oléifères bordés de quatre cellules spéciales et disposés au milieu des cellules grillagées en autant de séries radiales simples ou doubles qu'il y a de bandes rayonnantes de tissu grillagé. Il ne se forme pas d'huile essentielle dans les cellules des rayons de parenchyme qui séparent ces bandes. Dans l'*Echinops exaltatus*, au contraire, les arcs générateurs ne forment pas de canaux oléifères dans le tissu grillagé du liber secondaire. Mais en revanche il se fait de l'huile essentielle dans les cellules mêmes des rayons de parenchyme, et cela aussi bien dans la moitié ligneuse que dans la moitié libérienne de ces rayons. Dans les Sénécionidées, on observe la même différence entre la racine des *Helianthus*, où la couche génératrice produit des canaux oléifères bordés de quatre cellules et entremêlés aux éléments grillagés, et les *Tagetes*, où il ne se forme d'huile essentielle que dans des cellules disséminées dans la moitié libérienne des rayons de parenchyme.

Tige.

Les canaux oléifères de la tige des Composées sont toujours isolés, bordés de quatre ou quelquefois d'un plus grand nombre de cellules spéciales, mais ces cellules de bordure n'y présentent plus, en général, ces grains d'amidon colorés en jaune orangé et appliqués contre la face interne qui donnent aux canaux des *Tagetes* un caractère si remarquable. Elles sont seulement beaucoup plus petites que les cellules ambiantes, et remplies d'un liquide incolore finement granuleux, souvent presque hyalin, au milieu duquel on voit fréquemment de petits grains de chlorophylle. La présence dans les cellules de bordure d'un pigment amylacé couleur de rouille, toute constante qu'elle est dans l'Œillet d'Inde, n'est donc pas indispensable à la fonction oléigène de ces cellules, comme on le voyait déjà par son absence dans la racine de cette plante : mais ce sujet mérite de nouvelles recherches. Ce système de canaux bordés et isolés continue celui de la racine et se conserve appuyé contre la membrane protectrice dont les plissements demeurent partout très-nets. Quelquefois même, comme dans le *Cineraria maritima* par exemple, le canal est entaillé directement dans une cellule protectrice (1).

Ce qui varie dans les différents genres, c'est le nombre des canaux et leur disposition par rapport aux faisceaux libéroligneux, et l'on observe à cet égard, dans l'organisation primaire de la tige, des modifications beaucoup plus étendues que dans la racine où la distribution de ces petits organes était bien uniforme. C'est qu'en effet il intervient ici un élément nouveau.

---

(1) Remarquons encore que dans les parties souterraines de la tige les cellules de bordure sont hyalines et presque aussi larges que les cellules ambiantes, à peine spécialisées en apparence. Même il y a des plantes, comme le *Tussilago Farfara* par exemple, et le *Cirsium arvense*, où les canaux de la tige souterraine sont rapprochés côte à côte et creusés directement, comme dans la racine, ou comme dans la moitié inférieure de la tigelle, dans l'épaisseur de la membrane protectrice.

Dans la racine primaire nous ne trouvions jamais de canaux oléifères à l'intérieur du cylindre central, notamment dans le tissu conjonctif, et cette exclusion absolue paraît régner aussi dans toute la longueur de la tigelle hypocotylée, à en juger du moins par l'*Helianthus annuus*. Mais il y a de nombreuses Composées qui, outre l'appareil oléifère cortical, présentent, dans la zone périphérique de la moelle de la tige épicotylée, au voisinage des pointes internes des faisceaux libéro-ligneux, des canaux oléifères bordés de cellules spéciales. De telle sorte qu'on peut distinguer, dans l'organisation primaire de la tige, trois modifications principales présentant chacune des variations secondaires.

1° La tige ne possède pas de canaux oléifères, ni dans son parenchyme cortical, ni dans son cylindre central, tandis que la racine en possède. Cela se voit dans l'*Echinops exaltatus*, le *Gnaphalium citrinum* et quelques autres; mais ce sont là en quelque sorte des exceptions. Cela se voit encore dans le *Scolymus grandiflorus*, seule Chicoracée dont la racine m'ait montré des canaux oléifères, et il est à peine utile d'ajouter que dans les autres Chicoracées la tige est également dépourvue de ces organes.

2° La tige, comme la racine, ne possède de canaux oléifères que dans le parenchyme cortical, où ils s'appuient directement contre l'endoderme. C'est le cas que nous avons développé dans le *Tagetes patula*. Le mode de distribution des canaux à cette profondeur, par rapport aux faisceaux libéro-ligneux qui viennent appuyer directement leurs éléments libériens externes contre la membrane protectrice, y introduit plusieurs modifications secondaires :

a. Il y a un canal au dos de chaque faisceau foliaire; les réparateurs n'en ont pas. Ex. : *Senecio vulgaris*, *Kleinia ficoides*, *Cineraria maritima*, *Flaveria Contrayerva*, *Bellis perennis* (deux faisceaux foliaires opposés, deux canaux), *Petasites niveus*, etc.

b. Un canal au dos de chaque faisceau foliaire; les réparateurs ont autant de canaux dorsaux rapprochés qu'ils vont donner de foliaires en se divisant. Ex. : *Aster*, etc.

c. Chaque faisceau foliaire a deux canaux, un à droite et un à gauche, au voisinage des cornes de l'arc libérien; les réparateurs n'en ont pas. Ex. : *Tagetes patula*, *Arnica Chamissonis*, *Tanacetum vulgare*, *Cotula matricarioides*, *Anthemis Pyrethrum*, *Chrysanthemum Parthenium*, *Santolina Chamæcyparissus*, *Achillea Millefolium*, *Zinnia elegans*, etc.; en un mot, la plupart des Sénécionidées, auxquelles il faut joindre l'*Inula montana*, le *Cirsium arvense*, etc.

d. Il y a un nombre impair de canaux, 3 à 5 par exemple, disposés en arc en dehors de chaque faisceau foliaire; les réparateurs n'en ont pas. Ex. : *Centaurea atropurpurea*, etc.

e. Il y a un nombre pair de canaux, disposés en deux groupes de deux ou trois chacun aux cornes du faisceau libérien. Ex. : *Silybum Marianum*, etc.

3° La tige possède toujours des canaux corticaux contre la membrane protectrice, mais en outre il se forme, au-dessus des cotylédons, d'autres canaux dans la zone externe de la moelle, au voisinage de la pointe interne des faisceaux libéro-ligneux. Ces étroits canaux tranchent d'ordinaire sur la moelle incolore par les grains de chlorophylle que renferment leurs petites cellules de bordure. Cela se présente, entre autres, dans beaucoup de Cinarées; mais encore ici interviennent de nombreuses variations secondaires dont voici les principales :

a. Un petit nombre seulement des faisceaux, deux par exemple, ont un canal ventral. Ex. : *Ageratum conyzoides*.

b. Chaque faisceau foliaire a un canal dorsal et un ventral. Ex. : *Solidago limonifolia*, où ces canaux sont fort larges et pleins d'une huile incolore, à odeur de savon.

c. Un canal ventral et plusieurs dorsaux à chaque faisceau foliaire. Ex. : *Serratula centauroides*, *Dahlia variabilis*, etc.

d. Plusieurs canaux ventraux disposés en deux groupes aux cornes de l'arc fibreux interne, et plusieurs canaux dorsaux disposés de la même manière. Ex. : *Carduus pycnocephalus*, *Spilanthes fusca*, etc.

e. Un arc de canaux ventraux et un arc de canaux dorsaux. Ex. : *Helianthus tuberosus*, etc.

A ces trois modifications principales de la jeune tige, l'introduction des formations libéro-ligneuses secondaires, issues des arcs générateurs bientôt confondus en une couche continue, vient en superposer plusieurs autres. Ces formations secondaires présentent les mêmes caractères dans toute l'étendue de la plante, racine, tige ou feuille. Là donc où, comme nous l'avons vu, il se forme des canaux oléifères dans le liber secondaire de la racine au milieu du tissu grillagé, il s'en fera également dans la tige (*Centaurea atropurpurea*, *Helianthus tuberosus*, etc.). Là, au contraire, où il ne se développe dans la racine que des cellules oléigènes disséminées dans les rayons de parenchyme secondaire, les choses se passeront de même dans la tige (*Echinops exaltatus*, *Tagetes patula*, etc.).

Feuille.

Les canaux oléifères du pétiole ou de la nervure médiane des feuilles des Composées sont comme ceux de la tige, dont ils sont le prolongement, bordés de cellules spéciales au nombre de quatre originairement. Ils sont placés contre la membrane protectrice qui enveloppe individuellement les faisceaux libéro-ligneux de la feuille, et de manière que leurs cellules de bordure, tantôt touchent immédiatement les cellules plissées, tantôt en soient séparées par une ou plusieurs cellules ordinaires. Quelquefois, comme dans le *Tussilago Farfara*, le *Cineraria maritima*, etc., on voit le canal entaillé dans l'épaisseur même de la membrane protectrice, comme s'il provenait de la division en quatre d'une de ses cellules. Ces canaux accompagnent ordinairement les nervures dans le limbe où ils demeurent continus, mais quelquefois ils se rompent à leur entrée dans le limbe en poches oléifères arrondies ou allongées, et ces deux manières d'être différentes se rencontrent déjà dans les cotylédons, comme on peut le voir dans les *Helianthus* d'une part et les *Tagetes* de l'autre.

Outre ce premier système de canaux oléifères lié aux faisceaux, j'ai trouvé dans le *Solidago limonifolia*, où ces canaux sont très-larges et pleins d'une huile parfaitement incolore et limpide, un système de canaux sous-épidermiques bordés aussi de cellules spéciales, mais beaucoup plus étroits et contenant un liquide sombre qui tient en suspension de nombreux granules opaques. Il y a, à la face inférieure de la feuille, trois à cinq de ces canaux externes de chaque côté de la nervure médiane; leurs cellules de bordure sont séparées de l'épiderme par un ou deux rangs de cellules collenchymateuses.

Dans le nombre et dans la disposition des canaux ordinaires par rapport aux faisceaux du pétiole, on remarque les principales modifications suivantes :

1° La feuille n'a pas de canaux oléifères, quand la racine en possède. Cela a lieu toutes les fois que la tige elle-même en est dépourvue au niveau de l'insertion. Ex. : *Echinops exaltatus*, *Gnaphalium citrinum*, feuilles caulinaires du *Lappa grandiflora*. Mais cela peut se présenter aussi quand la tige possède à ce niveau des canaux oléifères bien développés, qui, après avoir pénétré dans la base de la feuille, s'y arrêtent aussitôt. Ex. : *Xeranthemum cylindraceum*, *Cirsium arvense*, feuilles radicales du *Lappa grandiflora*. Il va sans dire que les feuilles des Chicoracées sont toujours dépourvues de canaux oléifères.

2° Les faisceaux n'ont de canaux que sur leur face inférieure, dorsale ou libérienne. Il en est ainsi toutes les fois que la tige elle-même ne possède pas de canaux médullaires. Voici les principales modifications secondaires :

a. Un seul canal au dos de chaque faisceau, occupant le milieu de l'arc libérien. Ex. : *Senecio vulgaris*, *Bellis perennis* (faisceau médian seulement), *Aster*, *Tussilago Farfara*, *Petasites niveus*, etc.

b. Un nombre impair de canaux, 3-5 par exemple, formant un arc dorsal. Ex. : *Erigeron glabellus*, *Conyza Gouani*. Il y a des transitions entre ce cas et le précédent.

c. Deux canaux, un à chaque corne de l'arc libérien. Ex. : *Arnica Chamissonis*, *Tagetes patula*, *Tanacetum vulgare*, *Cotula matricarioides*, *Santolina Chamæcyparissus*, *Achillea Millefolium*, *Inula montana*, etc.

d. Un nombre pair de canaux disposés en deux groupes aux cornes de l'arc libérien. Ex. : *Silybum Marianum*. Il y a des transitions entre ce cas et le précédent.

3° Les faisceaux ont, outre les canaux de leur face inférieure disposés comme nous venons de le dire, des canaux sur leur face supérieure, ventrale ou ligneuse. Cela se présente quand la tige a des canaux médullaires qui s'échappent avec les faisceaux foliaires. Le nombre et la disposition de ces canaux supérieurs varient ; en se combinant avec les diverses dispositions des canaux inférieurs, ils produisent de nombreux et caractéristiques arrangements dont je me bornerai à citer ici quelques exemples :

a. Un canal ventral et un canal dorsal. Ex. : *Solidago limonifolia*.

b. Un canal ventral et deux canaux inférieurs situés aux cornes de l'arc libérien. Ex. : *Ageratum conyzoides*, *Dahlia variabilis*.

c. Un canal ventral et un nombre impair de canaux dorsaux, 5, 3 ou 1, suivant la dimension des divers faisceaux. Ex. : *Serratula centauroides*.

d. Deux canaux ventraux disposés à droite et à gauche de la face interne du faisceau et deux paires de canaux dorsaux situés de même. Ex. : *Spilanthes fusca* (faisceau médian).

e. Deux canaux ventraux et un nombre impair de canaux dorsaux disposés en arc tout autour de l'arc libérien inférieur. Ex. : *Cinara Scolymus*.

f. Deux groupes de canaux ventraux et un groupe de canaux dorsaux. Ex. : *Carduus pycnocephalus*.

g. Enfin un arc de canaux ventraux et un autre arc de canaux dorsaux se rejoignant pour entourer tout le faisceau. Ex. : *Helianthus tuberosus*.

Outre cette première sorte de canaux oléifères appartenant au parenchyme fondamental, cortical et médullaire, de la tige, et qui accompagnent les faisceaux dans les feuilles, on voit dans certaines Composées se former, à l'intérieur même de ces faisceaux foliaires, des canaux oléifères bordés de quatre cellules spéciales. Ils font partie du liber secondaire issu de l'arc générateur et y sont mêlés aux cellules grillagées. Le liber primaire en est toujours dépourvu. Le pétiole de l'*Helianthus tuberosus* en est un exemple. Les canaux y proviennent de la division en quatre de certaines des larges cellules à paroi mince, qui alternent régulièrement avec les paires des cellules quadrangulaires grillagées. Ces canaux oléifères libériens d'origine secondaire ne se constituent dans les faisceaux de la feuille que chez les plantes qui en forment de semblables dans les productions secondaires de leur tige et de leur racine, et dans la proportion toujours faible où les formations secondaires elles-mêmes se développent dans les faisceaux foliaires.

Nous avons vu que certaines Chicoracées, les *Scolymus* par exemple, tout en demeurant abondamment pourvues de latex, acquièrent, tout au moins dans leur racine, les canaux oléifères corticaux qui caractérisent les autres Composées. Il nous reste à montrer maintenant que certaines Cinarées, tout en conservant leurs canaux oléifères, acquièrent au moins dans quelques organes, notamment dans la partie supérieure de leur tige et dans leurs feuilles, les vaisseaux laticifères qui caractérisent les Chicoracées. Tel est, par exemple, le *Cirsium arvense*. Les racines de cette plante et la région inférieure de sa tige sont pourvues des canaux oléifères habituels à ses congénères, mais sans qu'il y ait de vaisseaux laticifères dans le liber des faisceaux. Dans la région supérieure de la tige, les canaux oléifères continuent à s'élever le long des cornes de l'arc libérien de chaque faisceau, et en même temps un latex abondant s'écoule de vaisseaux laticifères situés au bord externe de cet arc libérien. Les deux appareils coexistent ici dans la tige, comme ils coexistaient dans la racine des *Scolymus*. Mais dans la feuille les canaux oléifères cessent bientôt, et l'on voit en revanche les laticifères se multiplier au bord externe de l'arc libérien. Ainsi les deux appareils, isolés dans la racine et dans la feuille, coexistent dans la tige, au moins dans sa région supérieure. Il en est de même dans le *Lappa grandiflora*. Si donc les *Scolymus*, et quelques autres, en acquérant des canaux oléifères dans leur racine, relient les Chicoracées vraies aux Cinarées, de leur côté les *Lappa*, *Cirsium* et quelques autres, en gagnant des laticifères dans leur tige et leurs feuilles, unissent les Cinarées aux Chicoracées.

Résumé.

Au total, nous voyons que les plantes de la famille des Composées renferment dans leurs divers organes un système d'étroits canaux oléifères semblable à celui que nous avons décrit avec détail chez l'Œillet d'Inde dans la première partie de ce travail. Il n'y a d'exception que pour la plupart des Chicoracées, où cet appareil paraît remplacé physiologiquement par les vaisseaux laticifères, quoique dans quelques formes de transition les deux systèmes puissent coexister, au moins dans certains organes.

Les cellules, originairement au nombre de quatre, qui entourent l'étroit méat et sécrètent l'huile qui s'y déverse, sont toujours douées de propriétés particulières, non partagées par les cellules ambiantes. Mais par leur forme, leur dimension et leur contenu, elles se montrent spécialisées à deux degrés différents, suivant qu'on est dans la racine ou qu'on s'élève dans la tige et dans la feuille. Dans la racine, le canal est creusé dans la membrane protectrice dédoublée, dont les larges cellules hyalines le limitent immédiatement et même sont dans le jeune âge communes à deux canaux voisins. Dans la tige et surtout dans la tige épicotylée et aérienne, ainsi que dans la feuille, le canal est entouré de cellules plus petites, détachées des cellules protectrices par des cloisons parallèles à l'axe du méat. On peut dire, en un mot, que les canaux primaires ne sont pas bordés dans la racine et qu'ils sont bordés dans la tige et dans la feuille, dans le limbe de laquelle ils se réduisent quelquefois à des poches. Les canaux secondaires libériens, quand il s'en forme, sont toujours bordés et de la même manière dans les trois organes.

En outre, chez nombre de Composées où la zone génératrice ne forme pas de canaux secondaires libériens, il se fait; dans la période secondaire de la tige et de la racine, de l'huile essentielle dans des cellules éparses faisant partie des rayons de parenchyme qui traversent les productions libéro-ligneuses issues de cette zone génératrice.

Considéré dans son ensemble, cet appareil oléifère présente d'une plante à l'autre des modifications secondaires qui peuvent jusqu'à un certain point servir à caractériser les genres. Et, bien qu'on puisse dire d'une façon générale que telle ou telle de ces modifications prédomine dans telle ou telle tribu, il est pourtant impossible, sous ce rapport, à cause des nombreuses transitions qu'on y remarque, d'établir dans la famille une série de coupes nettes coïncidant avec ces tribus.

III. — Historique.

Je ne puis terminer cet exposé sans dire quelques mots des travaux antérieurs où il est fait mention des canaux oléifères des Composées. Jusqu'à présent il en est venu trois à ma connaissance : l'un est de M. Julius Sachs (1859), un autre de M. Trécul (1862), le troisième de M. N. J. C. Müller (1867).

M. J. Sachs, dans son mémoire sur la formation de l'amidon dans la germination des graines oléagineuses (1), a signalé en quelques mots et figuré à la base de la tigelle de l'*Helianthus annuus* des méats prismatiques rapprochés en arcs en dehors des six faisceaux et situés dans ce qu'il appelle la « gaîne du cambium » (*Cambiumscheide*) dédoublée. « Ces méats sont remplis d'une huile épaisse qui rougit par la potasse et noircit par les sels de fer » (p. 183). Plus loin, il identifie cette assise alternativement simple et double, où sont creusés les canaux, avec la membrane protectrice (*Schutzscheide* de Caspary), en montrant qu'elle en possède les marques noires caractéristiques (p. 188).

Sans étudier à fond la structure et le mode de distribution des canaux oléifères des Composées, qu'il regarde avec raison comme dépourvus de paroi propre, M. Trécul (2) s'est surtout préoccupé de leurs rapports avec les vaisseaux laticifères. Il signale l'existence de laticifères à suc laiteux et à paroi propre dans un certain nombre de genres étrangers à la tribu des Chicoracées. Aux sept genres où Meyen dit avoir vu des laticifères et que M. Trécul réduit à quatre (*Arctium*, *Carduus*, *Cirsium*, *Vernonia*), il en ajoute neuf autres (*Onopordon*, *Carlina*, *Jurinea*, *Notobasis*, *Tyrimnus*, *Galactites*, *Silybum*, *Echenais*, *Lappa*). Il montre ensuite que la même plante peut avoir en même temps des canaux oléifères, « de manière qu'il y a une transition réelle entre les laticifères et les canaux dits oléorésineux ». Dans la racine de ces plantes le suc propre est seulement oléorésineux ; il est seulement laiteux dans la tige. « Dans la tige, les vaisseaux ont une membrane propre ; dans la racine, ils n'en ont pas et ressemblent à des méats plus ou moins élargis. Les canaux oléorésineux sont donc substitués aux vaisseaux laiteux dans le caudex descendant. Toutefois leur position relative y est un peu différente de celle des vaisseaux laiteux dans la tige. » (P. 269.)

---

(1) J. Sachs, *Botanische Zeitung*, 1859, pp. 177 et 185, pl. VIII, fig. 17.

(2) Trécul, journal *l'Institut*, 6 août 1862.

Nous avons vu que les appareils laticifère et oléifère des Composées ne sont pas, comme M. Trécul semble l'admettre, les deux parties d'un seul et même système qui se prolongerait en se modifiant dans des organes différents, mais bien deux systèmes indépendants qui peuvent coexister à un niveau donné dans le même organe. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'il paraît exister entre eux un certain balancement physiologique.

Dans un travail plus récent et dont l'objet est précisément l'étude des organes sécréteurs des plantes (1), M. N. J. C. Müller a consacré un paragraphe spécial à la famille des Composées (p. 418-420). Ce botaniste signale les canaux dans l'*Inula Helenium* et dans l'*Artemisia vulgaris;* il en suit surtout le développement dans la racine de cette dernière plante. Il s'attache à montrer qu'ici comme chez les Cycadées, les Conifères, les Térébinthacées, les Ombellifères et les Araliacées, qu'il a d'abord étudiées, le canal est un simple espace intercellulaire bordé originairement par quatre cellules qui tantôt se divisent plus tard, tantôt demeurent simples. Mais, ce point établi, et il n'y avait aucun doute possible à cet égard chez les Composées, l'auteur se méprend sur la position de ces canaux dans l'organisation de la jeune racine, en même temps qu'il méconnaît plusieurs traits essentiels de cette organisation elle-même. Il est de mon devoir de relever ici quelques-unes des erreurs accumulées dans ces deux pages :

---

(1) N. J. C. Müller, *Untersuchungen über die Vertheilung der Harze, ætherischen Œle, Gummi und Gummiharze, und die Stellung der Secretionsbehälter in Pflanzenkörper* (*Pringsheim's Jahrbücher*, 1866-67, V, 387).

1° La position de la membrane ou gaîne protectrice n'est pas correctement indiquée et figurée par les lettres MM dans la fig. 29 et *mm* dans la fig. 31 de la planche LI. Cette assise MM ou *mm* est la membrane rhizogène qui touche immédiatement les premiers vaisseaux formés. C'est l'assise *aa* de la fig. 29 qui est la membrane protectrice. Mais les plissements si caractéristiques de cette membrane ne sont pas même indiqués nulle part.

2° De cette première méprise en découle une autre. Les canaux oléifères de la racine sont décrits comme étant en dehors de la membrane protectrice, tandis qu'ils sont réellement creusés dans son intérieur, comme l'avait fort bien vu M. J. Sachs en 1859, sur l'*Helianthus annuus*.

3° Les faisceaux libériens primitifs du cylindre central sont méconnus et confondus avec le cambium. Bien plus, dans la fig. 31, ces groupes d'éléments libériens externes II, appuyés contre la membrane rhizogène *mm*, sont figurés comme des vaisseaux par un contour très-noir ; ils sont d'ailleurs appelés dans la légende explicative « second système centripète de rayons ligneux ». C'est là une erreur grave. L'auteur admet donc qu'il y a six faisceaux vasculaires primitifs dans cette racine, et de deux qualités différentes, formant deux étoiles ternaires alternes, quand il n'y en a que trois en réalité, alternes avec trois faisceaux libériens.

4° Suivant M. Müller, les canaux oléifères naissent associés par deux ou trois en six places qui correspondent exactement aux six branches des deux étoiles ligneuses ternaires ainsi constituées. Cela est peu exact ; car c'est seulement en trois places et vis-à-vis des faisceaux libériens primitifs, c'est-à-dire vis-à-vis de la deuxième étoile ligneuse ternaire de l'auteur, que se forment les canaux. En face des lames vasculaires primitives, on ne trouve pas de méats oléifères; ou si par hasard on en rencontre quelqu'un à cette place, c'est par un pur accident, comme il arrive d'en trouver parfois dans quelques-uns des méats du parenchyme cortical extérieur à la membrane protectrice. Il en est ainsi, nous l'avons vu, dans toutes les Composées.

5° Enfin, l'auteur affirme que, à la suite de l'élargissement du cylindre central produit par la formation des productions secondaires, les cellules de la membrane protectrice acquièrent un grand développement latéral, mais que « le nombre n'en est pas sensiblement augmenté » (p. 421). Nous savons, au contraire, que les éléments de la membrane protectrice, ainsi que ceux de la membrane rhizogène sous-jacente, se divisent par de nombreuses cloisons radiales, qui sont toutes plissées au même endroit dans la première de ces membranes. En sorte que là où il n'y avait d'abord qu'une seule cellule plissée, il peut y en avoir maintenant vingt-cinq à trente et même davantage. Cette multiplication écarte progressivement les canaux oléifères.

Il était difficile, on le voit, de se faire une idée moins exacte de l'organisation de la jeune racine et de la position réelle des canaux oléifères au sein de cette organisation.

OMBELLIFÈRES ET ARALIACÉES (1).

M. Trécul a décrit avec détail la structure et la répartition des canaux oléorésineux dans la racine, la tige et la feuille des plantes de ces deux familles (2). De son côté et vers la même époque, M. N. Müller s'est appliqué à en suivre le mode de formation (3). Aussi, sans revenir sur le fond même du sujet, me bornerai-je à attirer l'attention des botanistes sur une face de la question demeurée en oubli, je veux dire sur la structure et la distribution des canaux oléifères dans l'organisation primaire de la racine et sur l'influence que cette distribution exerce sur la position des radicelles. J'étudierai ensuite ces canaux dans la tigelle et dans les cotylédons, et je rappellerai brièvement la position qu'ils affectent dans la tige et dans la feuille.

---

(1) Communiqué à la Société botanique de France, séance du 23 février 1872.

(2) Trécul, *Des vaisseaux propres dans les Ombellifères* (*Comptes rendus*, 1866, t. LXIII, p. 154 et 201, et *Ann. sc. nat.*, 5^e sér., t. V, p. 275). — *Des vaisseaux propres dans les Araliacées* (*Comptes rendus*, 1867, t. LXIV, p. 886 et 990, et *Ann. sc. nat.*, 5^e sér., t. VII, p. 54).

(3) N. Müller, *loc. cit.*, p. 412-418.

Organisation primaire de la racine.

Ombellifères. — Étudions d'abord la racine principale issue de germination.

Le jeune pivot des Ombellifères, celui de la Carotte, que nous pouvons prendre pour exemple, est constitué par un parenchyme cortical entourant un cylindre central. Le parenchyme cortical est formé de larges cellules polygonales ajustées assez irrégulièrement et laissant entre elles de petits méats triangulaires. La zone interne ne présente pas, au moins d'une façon bien nette, la disposition en séries radiales et concentriques habituelle à la plupart des racines. Elle se termine en dedans par une assise de cellules plus petites, aplaties en forme de rectangle, étroitement unies entre elles et comme engrenées par une série de courts plissements situés vers le milieu des faces latérales, et qui se traduisent par des marques noires échelonnées: c'est la membrane protectrice. Ces éléments plissés sont assez régulièrement superposés aux grandes cellules de l'avant-dernière assise corticale.

Le cylindre central, dont la section est elliptique, commence par une rangée de cellules à paroi lisse, alternes avec les protectrices : c'est la membrane rhizogène contre laquelle s'appuient les faisceaux vasculaires et libériens. Il y a deux faisceaux vasculaires diamétralement opposés, centripètes, se rejoignant au centre en une lame qui occupe le grand axe de l'ellipse. Ils sont formés d'une seule série de trois à cinq vaisseaux cylindriques de plus en plus larges à mesure qu'on s'avance vers le centre. Le premier vaisseau et le plus étroit, toujours appuyé à la ligne de contact de deux cellules périphériques, est muni d'anneaux assez espacés, çà et là entrecoupés par quelques tours de spire. Le second est spiralé; mais la spirale, dont les tours sont assez écartés, est çà et là interrompue par quelques anneaux. Le troisième et les suivants sont spiralés à bandes espacées seulement d'une fois et demie leur épaisseur; sur l'élément le plus large ces bandes sont souvent réunies entre elles le long des arêtes de contact des cellules voisines, et le vaisseau est scalariforme. Tous ces vaisseaux ont leurs cloisons transverses obliques et permanentes.

Alternes avec ces lames vasculaires, on voit deux larges faisceaux de cellules libériennes allongées, à contour polygonal irrégulier et flexueux, à contenu protoplasmique grisâtre. Leurs parois, minces dans le très-jeune âge, ne tardent pas à s'épaissir notablement, et deviennent d'un blanc brillant en même temps qu'elles acquièrent de nombreuses ponctuations sur leurs faces latérales et sur leurs faces transverses, qui sont horizontales. Ces éléments libériens remplissent toute la demi-ellipse située entre la lame vasculaire et la membrane rhizogène. Ils sont toutefois séparés des vaisseaux par un rang de cellules conjonctives, à paroi mince, qui ne tarde pas à se dédoubler par des cloisons tangentielles, pour devenir l'arc générateur des formations secondaires. Les premiers vaisseaux secondaires se posent donc plus tard au contact direct des vaisseaux médians de la bande primaire (1).

Les cotylédons qui surmontent la tigelle correspondent aux deux lames vasculaires du pivot; les deux feuilles suivantes, d'âge inégal, répondent aux faisceaux libériens.

Cette organisation primaire de la racine est très-simple et tout à fait normale. L'expérience montre que c'est par les vaisseaux de la lame diamétrale, ajustés côte à côte comme les tuyaux d'un jeu d'orgue, que les liquides, aspirés par les poils, s'élèvent jusqu'à la base de la tige, et que c'est par les faisceaux libériens que les sucs plasmiques élaborés par les feuilles redescendent depuis la base de la tige jusqu'à l'extrémité de la racine.

---

(1) Quelquefois il y a deux rangs de cellules conjonctives. C'est alors le rang externe qui devient l'arc générateur, et les premiers vaisseaux secondaires sont séparés des primaires par une série de cellules conjonctives.

Revenons maintenant à la membrane rhizogène pour la mieux étudier.

En face de la région médiane des faisceaux libériens, c'est-à-dire aux extrémités du petit axe de l'ellipse, les cellules de cette membrane sont ordinairement simples, carrées ou légèrement allongées suivant le rayon, çà et là divisées en deux par une cloison médiane tangentielle. Très-jeunes, quand les vaisseaux, commençant à s'épaissir, ne sont pas encore venus se rencontrer au centre, ou que cette réunion n'a eu lieu que depuis peu de temps, elles sont pleines d'un protoplasma azoté, jaunissant par l'iode. Un peu plus tard elles se remplissent de petits grains d'amidon simples ou doubles, de $0^{mm},002$ de diamètre, alors qu'aucune autre cellule de la racine n'en possède. Plus tard encore et même avant le début des formations secondaires, l'amidon y a disparu, et l'on ne voit plus dans les cellules qu'un nucléus pourvu de nucléole. Il se reforme ensuite dans les deux moitiés du faisceau libérien, dont les cellules médianes en demeurent dépourvues. Il y a donc toute une région de la racine, ni trop jeune, ni trop âgée, où les arcs de la membrane rhizogène, superposés à la partie médiane des faisceaux libériens, sont le siége exclusif de la formation et du dépôt de l'amidon. Cette région paraît être plus âgée que celle où se forment et s'allongent les radicelles, et au voisinage de la radicelle l'amidon a disparu, sans doute pour suffire au développement de l'organe ; plus haut et plus bas on le retrouve.

En face des faisceaux vasculaires, c'est-à-dire aux extrémités du grand axe de l'ellipse, la membrane périphérique du cylindre central présente un tout autre aspect. Ses cellules, en nombre pair, puisque le vaisseau le plus étroit correspond toujours à l'intervalle entre deux cellules, au nombre de huit, par exemple, y sont hyalines, allongées suivant le rayon, et divisées chacune par une cloison qui part du milieu de sa face externe et se dirige vers le sommet du grand axe, en faisant un angle d'environ 45 degrés avec le rayon. Chaque cellule est ainsi dédoublée en une grande cellule pentagonale et une petite cellule triangulaire. Il y a huit cellules pentagonales, dont deux occupent les extrémités de l'arc, et huit cellules triangulaires, dont deux se touchent en face du vaisseau le plus étroit. Par l'arrondissement des angles un méat triangulaire se trouve creusé entre la petite cellule triangulaire et les deux grandes cellules pentagonales entre lesquelles elle est enchâssée. Il en résulte la formation de sept méats : un médian en forme de losange, situé en face de la lame vasculaire sur le grand axe de l'ellipse, et provenant de la fusion de deux méats triangulaires, et trois triangulaires de chaque côté, dont la largeur décroît à mesure qu'on s'éloigne du médian. Ces méats sont de très-bonne heure remplis d'une huile essentielle incolore. Toutefois l'essence n'apparaît pas à la fois dans tous les canaux ; elle se développe d'abord dans le canal quadrangulaire médian, puis progressivement dans les canaux triangulaires, à partir du médian. Ces canaux oléifères sont très-étroits, car si la largeur du médian estimée le long des diagonales du losange est d'environ $0^{mm},012$ suivant le rayon et $0^{mm},010$ suivant la tangente, le premier canal triangulaire a, suivant la tangente, $0^{mm},006$, le second $0^{mm},004$, et le troisième $0^{mm},002$. On trouve assez souvent dix cellules ainsi dédoublées, et par conséquent neuf canaux oléifères en face de chaque faisceau vasculaire. Le pivot du Panais présente fréquemment douze cellules dédoublées et onze canaux oléifères. Les canaux sécréteurs d'un même arc communiquent çà et là par des branches horizontales, interrompant la série des cellules qui les séparent.

Toutes les cellules de la membrane périphérique qui ont subi le dédoublement dont nous venons de parler, aussi bien la pentagonale, qui sépare deux canaux oléifères consécutifs, que la triangulaire, qui borde le canal en dehors, ne contiennent qu'un liquide hyalin sans granules, et il est intéressant de remarquer que leur nucléus enveloppé d'une couche de protoplasma incolore et très-réfringent, est toujours accolé contre le milieu de la paroi qui touche le méat où l'huile essentielle se déverse.

Ainsi la membrane périphérique du cylindre central est divisée en quatre arcs : deux arcs oléifères plus larges, superposés aux faisceaux vasculaires, composés d'un nombre pair de cellules dédoublées (huit ou dix ordinairement) et creusés d'un nombre impair de canaux oléifères (sept ou neuf le plus souvent) et deux arcs transitoirement amylifères, plus étroits que les premiers, superposés aux faisceaux libériens et composés de quatre à six cellules simples ordinaires. Cette membrane périphérique se comporte, en un mot, comme nous avons vu que se comporte chez les Composées la membrane protectrice, qui se trouve aussi dans le pivot du *Tagetes patula* par exemple, divisée en deux arcs oléifères et en deux arcs transitoirement amylifères. La même fonction est ainsi dévolue dans les Ombellifères et dans les Composées à deux membranes très-différentes par leur origine et par l'ensemble de leurs caractères, bien que juxtaposées.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que ce phénomène de substitution physiologique d'une membrane à une autre est accompagné d'une rotation de 90 degrés, puisque ce qui était chez les Composées superposé aux faisceaux vasculaires correspond ici aux faisceaux libériens, et *vice versâ*. Il résulte, en effet, de la combinaison de cette substitution avec cette rotation une disposition des radicelles tout à fait originale et dont je ne sache pas que, en dehors des Ombellinées et des Pittosporées, le règne végétal offre d'autre exemple.

On sait que chez toutes les Cryptogames vasculaires la radicelle naît dans la cellule dédoublée de la membrane protectrice située en face d'un faisceau vasculaire. Les radicelles s'y disposent par conséquent en autant de rangées qu'il y a de faisceaux vasculaires. On sait aussi que, chez toutes les Phanérogames, la radicelle se forme aux dépens d'un certain nombre de cellules de l'assise périphérique du cylindre central à laquelle nous avons pu dès lors appliquer le nom de membrane rhizogène. Ces cellules forment sur la section transversale un arc plus ou moins étendu, et dans toutes les Monocotylédones, sauf les Graminées, ainsi que dans toutes les Dicotylédones qui me sont connues, sauf les Ombellinées et les Pittosporées, le centre de cet arc s'appuie sur un faisceau vasculaire. Les radicelles sont donc encore disposées en autant de rangées qu'il y a de faisceaux vasculaires, et elles leur correspondent. Chez les Composées, les choses se passent comme partout ailleurs. Rien n'y empêche, en effet, la radicelle de naître en face d'un faisceau vasculaire, et elle peut percer le parenchyme cortical sans interrompre le cours des canaux oléifères, puisque ces canaux forment des arcs superposés aux faisceaux libériens.

Il en est tout autrement dans les Ombellifères. Toutes les cellules des arcs oléifères étant impropres à se diviser pour former les radicelles, celles-ci n'y pourront plus naître à leur place ordinaire. La fonction rhizogène se trouve ainsi rejetée sur les arcs superposés aux faisceaux libériens, arcs qui sont en général dépourvus de cette faculté, et que nous avons vus être d'abord protoplasmiques, puis transitoirement amylifères.

Mais sera-ce, comme dans les Graminées, dans les cellules médianes de cet arc que la radicelle des Ombellifères prendra naissance? Non, et voici pourquoi.

En étudiant avec soin le contour externe du faisceau libérien, on rencontre au milieu de ce contour, contre la membrane rhizogène, et souvent au point de contact de deux de ses cellules, un étroit méat pentagonal bordé en dehors par les deux cellules rhizogènes, en dedans par trois cellules libériennes étroites, à contenu plus sombre que les autres et dont les parois demeurent minces alors que celles des autres cellules libériennes s'épaississent par les progrès de l'âge. Ce méat, qui a sensiblement la même largeur que les trois cellules libériennes de bordure, soit environ $0^{mm},008$, renferme de l'huile essentielle. Mais cette huile n'y apparaît qu'assez tard, longtemps après que tous les canaux des arcs supravasculaires en sont déjà remplis. Avant ce moment, il est assez difficile de le bien voir. Il y a ainsi dans le pivot, outre les deux arcs de canaux oléifères supravasculaires, deux canaux libériens isolés.

Sous peine d'interrompre ce canal libérien, la radicelle ne pourra donc pas se former, comme dans les Graminées, dans les cellules médianes de l'arc rhizogène, qui se trouve par là divisé en deux. C'est, en effet, dans les cellules comprises entre le canal libérien et le dernier canal de l'arc supravasculaire que se développe une radicelle, et il s'en fait ainsi quatre sur toute la périphérie du cylindre central. Chacune d'elles se dirige à travers le parenchyme cortical, en faisant avec le plan vasculaire un angle d'environ 45 degrés. Elle insère ses vaisseaux sur les vaisseaux moyens du faisceau vasculaire correspondant, par une amorce qui, partant du milieu de l'arc rhizogène perpendiculairement à la lame vasculaire, vient rencontrer cette dernière au foyer correspondant de l'ellipse. Une section de la radicelle pendant son trajet à travers le parenchyme cortical montre ses deux faisceaux vasculaires en haut et en bas, et ses deux faisceaux libériens à droite et à gauche, de sorte que, comme dans toutes les autres Phanérogames, le plan vasculaire de la radicelle passe par l'axe du pivot.

Ainsi, les radicelles se trouvent insérées sur le pivot suivant quatre génératrices espacées de 90 degrés, qui alternent avec les deux canaux quadrangulaires supravasculaires et les deux canaux pentagonaux libériens, qui correspondent en d'autres termes au milieu de chaque moitié des deux faisceaux libériens. On se rappelle que chacune de ces moitiés devient, après l'arc rhizogène, le siége d'un puissant dépôt d'amidon. Cette disposition extérieure des radicelles du pivot des Ombellifères en quatre rangées est connue depuis longtemps, si bien que les auteurs, M. Clos en particulier (1) et M. Nägeli (2), l'ayant observée et n'y soupçonnant rien d'extraordinaire, ont doté à priori le pivot de la Carotte et des autres Ombellifères de quatre faisceaux vasculaires en croix, comme il y en a quatre dans le pivot du Haricot, ou du Ricin, ou du Liseron.

Le cas des Ombellifères est donc très-différent de celui des Graminées, et nous en voyons la cause. Cependant il y a, comme je vais le faire voir maintenant, telle circonstance où la position de la radicelle des Ombellifères rappelle davantage, en apparence du moins, sa situation chez les Graminées. J'ai supposé tout à l'heure, ce qui a lieu en général, que deux radicelles du pivot ne naissent pas exactement au même niveau dans le même arc rhizogène supralibérien. Mais cette coïncidence se produit cependant çà et là le long d'un pivot donné. Alors comment les choses se passent-elles?

---

(1) Clos, *Rhizotaxie anatomique* (*Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XVIII).

(2) Nägeli, *Beiträge*, I, p. 23 ; 1858.

Souvenons-nous que l'arc rhizogène supralibérien est beaucoup plus étroit que l'arc oléifère supravasculaire, puisqu'il ne compte le plus souvent que quatre à six cellules. Rappelons-nous encore que chaque cône radicellaire exige pour sa formation que plusieurs cellules voisines se segmentent à la fois. Cela posé, soient n le nombre de cellules nécessaires pour produire une radicelle, et p le nombre des cellules rhizogènes que renferme l'arc supralibérien au niveau où vont se former en même temps les deux radicelles. Si l'on a $p = 2n$, ou $p > 2n$, les n cellules de droite, comptées à partir du dernier canal triangulaire, donneront une radicelle, et les n cellules de gauche se comporteront de même. Les deux radicelles se formeront indépendamment et sans empiéter l'une sur l'autre; elles divergeront à angle droit dans le parenchyme cortical pour venir se placer sur les quatre génératrices normales, comme lorsque chacune d'elles est seule à son niveau. Mais, et cela arrive assez fréquemment dans le pivot, si p, par suite de la grande extension des arcs oléifères, devient plus petit que $2n$, il ne pourra plus se former au même niveau deux racines latérales indépendantes, et si néanmoins toutes les conditions sont réunies pour exiger qu'à ce niveau deux radicelles se forment du même côté, voici comment les choses se passent. On voit toutes les cellules de l'arc se diviser et former un cône plus large que d'ordinaire, qui se dirige à travers le parenchyme cortical perpendiculairement à la lame vasculaire. Cette radicelle implante ses vaisseaux à la fois sur les deux faisceaux vasculaires primitifs, c'est-à-dire qu'elle envoie vers la bande vasculaire deux amorces latérales perpendiculaires à cette bande et qui la rencontrent aux deux foyers de l'ellipse. Coupée pendant son trajet à travers le parenchyme cortical, elle montre un cylindre central unique étalé transversalement, et qui renferme quatre faisceaux vasculaires, deux en haut et deux en bas, se rencontrant en deux bandes longitudinales parallèles. En un mot, elle se comporte comme deux radicelles nées côte à côte au même niveau, qui auraient empiété l'une sur l'autre, faute d'espace pour se constituer dans leur totalité, et qui se seraient fusionnées en un organe unique dirigé suivant la bissectrice de leur angle de divergence. A partir des derniers canaux supravasculaires, chaque cellule de l'arc rhizogène se comporte donc, dans ce cas, comme elle se comporte quand elle fait partie d'un demi-arc fonctionnant isolément. Mais comme il manque au milieu de l'arc les cellules nécessaires pour achever chaque racine, ces deux organes, forcément connés, n'en font qu'un seul.

Ce second mode d'insertion, qui se rencontre çà et là sur le même pivot en concurrence avec le mode normal, doit être considéré comme accidentel, puisqu'il résulte de la réunion fortuite de deux conditions indépendantes, à savoir, la formation simultanée de deux radicelles à un même niveau et du même côté de la bande vasculaire, et l'exiguïté trop grande à ce niveau de l'arc rhizogène supralibérien, qui se trouve réduit à fonctionner comme deux arcs incomplets.

Il n'en est pas moins vrai que pour embrasser toutes les radicelles de notre pivot, les géminées comme les simples, il faut y tracer huit génératrices : deux en face des premiers vaisseaux formés ou des canaux quadrangulaires, deux en face du milieu de chaque faisceau libérien ou du canal pentagonal, quatre alternes avec les précédentes. De ces huit génératrices les deux premières seules, celles qui contiennent l'insertion des cotylédons, sont toujours dépourvues de radicelles, et ce sont précisément celles-là qui, dans les racines binaires de toutes les autres plantes vasculaires, moins les Graminées, les Araliacées et les Pittosporées, les possèdent toutes. Les six autres génératrices renferment toutes les radicelles du pivot : les deux premières, les racines géminées, accidentelles; les quatre autres, les racines simples et normales.

Les choses se passent de la même manière pour la structure binaire du pivot, pour la disposition des canaux oléifères de la membrane périphérique du cylindre central en deux arcs supravasculaires de sept, neuf ou onze méats, pour l'existence d'un canal oléifère pentagonal au milieu du pourtour externe de chaque faisceau libérien, enfin pour le mode d'insertion des radicelles que l'arrangement de ces deux sortes de canaux entraîne, dans le Panais (*Pastinacà sativa*), le Cerfeuil (*Anthriscus Cerefolium*), le Persil (*Petroselinum vulgare*), le Fenouil (*Fœniculum vulgare*), le Carvi (*Bunium Carvi*), etc. On peut donc, vu l'homogénéité de la famille, y regarder cette organisation primaire du pivot et de ses radicelles comme générale.

On la retrouve avec tous ses caractères et toutes ses conséquences dans les radicelles binaires issues des racines adventives de la plante adulte, ou dans ces racines elles-mêmes quand elles ont le type deux, comme on peut s'en assurer sur les *Myrrhis odorata*, *Archangelica officinalis*, *Imperatoria Ostruthium*, *Phellandrium officinale*, *Hydrocotyle moschata*, *Astrantia intermedia*, *Helosciadium repens*, *Cicuta virosa*, etc. Le nombre des canaux de chaque arc supravasculaire, nombre toujours impair, est un peu variable dans les diverses radicelles binaires d'une même plante, et aussi le long de la même radicelle. De onze ou même treize dans un seul arc, il peut se réduire à cinq et même à trois.

Enfin, si nous considérons cette organisation primaire dans des racines adventives de plus en plus grosses, nous y trouverons un nombre de faisceaux constitutifs vasculaires et libériens plus élevé que deux, et d'autant plus grand que la racine observée aura un cylindre central plus large. Ce seront d'abord trois faisceaux vasculaires confluents en une étoile à trois branches, alternes avec autant de faisceaux libériens (*Phellandrium officinale*, etc.) ; mais bientôt les faisceaux vasculaires ne pourront plus se toucher au centre, qui sera occupé par du tissu conjonctif : suivant la grosseur des racines, on trouvera alors de quatre à vingt faisceaux vasculaires centripètes courts, situés à la périphérie d'un cylindre conjonctif de plus en plus puissant, où ils alternent avec autant de faisceaux libériens arrondis (*Œnanthe crocata*, *Sanicula europæa*, etc). Quels que soient le développement du tissu conjonctif et le nombre des faisceaux, la disposition relative des canaux oléifères demeure la même, c'est-à-dire que vis-à-vis de chaque faisceau vasculaire on trouve la membrane rhizogène creusée d'un arc de trois, cinq, sept canaux oléifères, et qu'on rencontre un canal oléifère isolé au milieu du contour externe de chaque faisceau libérien. La membrane rhizogène s'y divise donc en n arcs oléifères et n arcs transitoirement amylifères, et ces derniers se trouvent, au point de vue de leurs fonctions rhizogènes, séparés en deux moitiés par le canal libérien, en sorte que les radicelles naissent et s'insèrent sur la racine suivant $2n$ génératrices alternes aux faisceaux vasculaires et libériens. Il peut de même s'y produire des radicelles géminées qui seront alors situées sur n autres génératrices correspondant au milieu des faisceaux libériens.

Ainsi, que l'on ait affaire au pivot binaire ou à ses radicelles binaires successives, à une racine adventive ou à l'une quelconque de ses ramifications, l'organisation primaire de la racine conserve ses caractères essentiels, les canaux oléifères des deux espèces gardent le même arrangement au sein de cette organisation, et cet arrangement détermine la même disposition des radicelles.

Araliacées. — Si aux racines adventives des Ombellifères nous comparons maintenant celles des Araliacées (*Hedera Helix*, *Aralia Sieboldtii*), nous y retrouvons la même organisation primaire avec un nombre de faisceaux constitutifs également variable et en rapport avec le diamètre du cylindre central. S'il n'y a que deux faisceaux vasculaires unisériés, ils confluent au centre en une bande dirigée suivant le grand axe de l'ellipse. S'il y en a trois, ils ne se touchent plus et laissent entre eux au centre quelques cellules conjonctives. Enfin, s'il y en a quatre, cinq ou six, comme c'est le cas ordinaire pour les troncs principaux des racines du Lierre, ils sont courts et s'appuient à la périphérie d'un gros prisme conjonctif aux angles duquel ils correspondent, et qui se fibrifie de bonne heure.

Dans tous les cas la membrane rhizogène s'y partage, comme dans les Ombellifères, en arcs oléifères superposés aux faisceaux vasculaires, contenant trois, cinq ou sept canaux, et en arcs transitoirement amylifères et rhizogènes superposés aux faisceaux libériens. Seulement la disposition des canaux oléifères est un peu moins régulière que chez les Ombellifères. Normalement il y en a un quadrangulaire vis-à-vis du vaisseau le plus étroit et deux ou trois triangulaires de chaque côté. Mais quelquefois il y en a deux triangulaires d'un côté et un seul ou trois de l'autre ; ou bien l'un des latéraux est quadrangulaire comme le médian ; ou bien il y a vis-à-vis du vaisseau une cellule impaire qui ne s'est pas divisée et qui est bordée par deux canaux triangulaires.

Dans tous les cas aussi on rencontre au milieu du pourtour externe du faisceau libérien un méat pentagonal ou hexagonal, tantôt en contact direct avec les cellules rhizogènes et limité en dedans par trois ou quatre cellules libériennes à paroi mince et à contenu sombre, tantôt entouré complétement par six cellules libériennes dont les deux externes les séparent de la membrane rhizogène. Ce méat renferme une huile plus pâle que celle qui remplit les canaux supravasculaires, et cette huile y apparaît plus tard.

Cette disposition semblable des canaux oléifères supravasculaires et libériens entraîne nécessairement, au point de vue de l'insertion des radicelles des Araliacées, les mêmes conséquences que chez les Ombellifères. Si donc il y a dans un tronc principal n faisceaux vasculaires et libériens, les radicelles simples s'insèrent sur $2n$ génératrices alternes avec les n faisceaux vasculaires et les n faisceaux libériens, et les radicelles accidentellement géminées occupent n autres génératrices correspondant au milieu des faisceaux libériens.

Ainsi, le caractère si original que présente l'organisation primaire de la racine des Ombellifères est entièrement partagé par les Araliacées, ce qui prouve, mieux que toute autre considération peut-être, l'étroite affinité de ces deux familles et qu'elles sont véritablement les deux membres d'un seul et même groupe naturel (1).

---

(1) J'ai déjà, dans un autre travail (*Recherches sur la symétrie de structure des végé-*

Changements apportés dans la racine par l'introduction des formations secondaires.

Que deviennent maintenant, tant dans les Ombellifères que dans les Araliacées, ces divers canaux oléifères après l'introduction des formations libéro-ligneuses secondaires?

Le parenchyme cortical primaire, jusques et y compris la membrane protectrice, ne tarde pas à s'exfolier. Les cellules de la membrane rhizogène, notamment celles qui bordent les canaux oléifères, se divisent à la fois en dehors du canal et en dedans par de nombreuses cloisons tangentielles pour former en dehors une couche subéreuse centripète à cellules tabulaires, en dedans une couche de parenchyme cortical centrifuge à larges cellules polygonales. Chaque canal de l'arc, refoulé en dehors par le développement des faisceaux libéro-ligneux et des rayons secondaires qui les séparent, se maintient ainsi, entre le parenchyme cortical secondaire et la couche subéreuse, au milieu de la zone génératrice commune à ces deux tissus, à une faible distance de la périphérie de l'organe exfolié. De plus, comme la cellule qui sépare deux canaux consécutifs s'étend en même temps dans le sens tangentiel et se subdivise par des cloisons radiales, ces canaux élargis s'écartent progressivement l'un de l'autre, tout en demeurant reliés par leurs branches d'anastomose primitives. En cet état le canal quadrangulaire médian se trouve toujours superposé au rayon de parenchyme secondaire qui sépare deux faisceaux libéro-ligneux secondaires, mais l'association des canaux triangulaires latéraux avec lui pour former un arc superposé à ce rayon se relâche de plus en plus et devient de moins en moins

---

taux, dans *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XIII, p. 223 et 231), appelé l'attention sur le mode d'insertion des radicelles des Ombellifères et des Araliacées, en le rattachant à sa cause prochaine, c'est-à-dire à la présence d'un canal oléorésineux quadrangulaire en face de chaque faisceau vasculaire. Mais dans cette première étude les canaux triangulaires latéraux, et par suite la disposition des canaux en arcs supravasculaires, m'avaient échappé, ainsi que l'existence des canaux isolés libériens. Je n'avais donc pas pu expliquer le partage de l'arc rhizogène supralibérien en deux moitiés, et la gémination accidentelle des deux racines quand elles se produisent au même niveau. Il y a donc lieu de compléter à cet égard les figures 52 et 54 de la planche 7.

nette. On voit que dans cette nouvelle position et quoique entourés de toutes parts par des formations secondaires, ces canaux oléifères n'en ont pas moins une origine primaire, puisqu'on les rencontre déjà à la pointe de la jeune racine avant qu'aucun élément du cylindre central soit encore différencié, bien mieux puisqu'ils se trouvent déjà, dépourvus d'huile il est vrai, dans la radicule et la tigelle de l'embryon.

J'insiste sur ce point, car ce sont ces canaux oléifères, ainsi refoulés en dehors entre la couche subéreuse et le parenchyme cortical secondaire, ainsi écartés l'un de l'autre par la segmentation de l'unique cellule qui les séparait dans la période primaire de l'organe, que M. Trécul a signalés en ces termes dans la racine âgée et déjà exfoliée des Ombellifères : « Il existe, tout près de la périphérie, au milieu ou immédiatement au-dessous d'une mince couche de tissu cellulaire, qui forme comme une sorte de périderme de quelques rangées de cellules un peu allongées horizontalement, des vaisseaux propres qui, dans les coupes transversales, sont isolés de distance en distance sur une ligne circulaire. » (*Loc. cit.*, p. 155.) L'origine tout à fait primitive de ces canaux, leur disposition en arcs superposés aux faisceaux vasculaires primordiaux et dont le canal médian est quadrangulaire, les autres triangulaires, ainsi que l'influence qu'ils exercent sur la disposition des radicelles, ont également échappé à M. Trécul, qui n'a pas suivi depuis le début le développement des tissus.

En ce qui concerne la racine des Araliacées, voici en quels termes M. Trécul rend compte de ses observations : « Dans les racines, je n'ai vu de ces canaux que dans l'écorce. Comme chez les Ombellifères, ceux de la périphérie, souvent plus étroits que les autres, sont placés plus ou moins près de la couche subéreuse, et sont unis entre eux par des branches horizontales ou obliques. On pourrait croire à première vue qu'ils sont épars, mais l'organogénie enseigne qu'il n'en est point ainsi. Dans les très-jeunes racines adventives de l'*Aralia edulis* par exemple, les premiers vaisseaux dits lymphatiques, qui se développent au centre de l'organe, sont disposés suivant un triangle à peu près équilatéral. Aux trois angles de ce triangle correspondent bientôt les trois premiers rayons médullaires, et dans l'écorce externe, en opposition avec chacun de ces rayons, *naît* un vaisseau propre sous la forme d'un méat triangulaire ou bien à quatre faces. Pendant que ce premier méat ou vaisseau propre s'élargit avec l'agrandissement de ses cellules pariétales, qui sont ordinairement plus larges que les cellules ambiantes, il *apparaît* un autre méat *à distance* de chaque côté, *puis* un second un peu plus loin, et *ensuite* un troisième également *à distance*, en sorte qu'il existe *alors*, à la périphérie de la racine, vingt et un vaisseaux propres, si tous se sont développés normalement ; mais il arrive parfois qu'il en *naît* trois d'un côté de chaque premier vaisseau et deux de l'autre, comme aussi, mais bien plus rarement, il en peut *naître* quatre de chaque côté. Durant l'*apparition* de ces organes, des faisceaux secondaires se développent sur les trois faces du triangle primitif. » (*Loc. cit.*, p. 887.)

« Dans les ramifications de ces racines, les premiers vaisseaux lymphatiques (c'est-à-dire rayés ou ponctués) ne figurent point un triangle sur la coupe transversale, mais une ellipse. C'est aux extrémités du grand axe de celle-ci que correspondent les deux premiers rayons médullaires, et c'est en opposition avec ces rayons, sous le jeune périderme, que *sont produits* les deux premiers vaisseaux propres. Il *naît* ensuite sur chaque côté de chacun d'eux, *de distance en distance*, trois ou quatre autres canaux oléorésineux. *En même temps* un faisceau fibro-vasculaire s'est développé sur chaque grand côté de l'ellipse... » (*Ibid.*, p. 887.)

« Les racines de plusieurs autres Araliacées me semblent avoir un développement analogue. Seulement quatre, cinq ou six faisceaux fibrovasculaires se forment tout d'abord autour d'un axe fibreux ; il se fait autant de rayons médullaires, vis-à-vis desquels *naissent* les premiers vaisseaux propres... » (*Ibid.*, p. 888.)

Cette description renferme plusieurs erreurs, mais l'une d'elles domine toutes les autres. Dans des racines dont le parenchyme cortical primaire est déjà exfolié, déjà pourvues de périderme, où les faisceaux libéro-ligneux secondaires sont déjà bien développés, dans des racines qui sont âgées par conséquent, quoiqu'il les considère comme très-jeunes, M. Trécul affirme avoir vu *naître* les canaux oléifères sous la couche subéreuse et dans l'ordre qu'il indique. Or il résulte des recherches anatomiques que je viens d'exposer que toute cette prétendue *organogénie* des canaux oléifères n'est que pure illusion. Tous ces canaux existent déjà et sont déjà pleins d'huile essentielle à la pointe de la jeune racine, alors qu'aucun élément du cylindre central, aucun vaisseau, aucune cellule libérienne n'est encore différenciée. Ils sont déjà creusés, quoique encore dépourvus d'huile essentielle, dans la radicule et dans la tigelle de l'embryon.

Il y a, en réalité, dans le développement des tissus de la racine, trois périodes qui ont échappé à M. Trécul : 1° celle où les divers éléments du cylindre central se différencient, la période de constitution ; 2° celle où, ces éléments étant tous différenciés, les arcs générateurs ne sont pas encore entrés en jeu : c'est ce que j'appelle l'organisation primaire de la racine ; 3° enfin celle où les arcs générateurs entrent en jeu pour former les productions libéro-ligneuses secondaires et les rayons qui les séparent, jusqu'à ce que la formation de la couche subéreuse ait exfolié le parenchyme cortical primitif. M. Trécul n'a étudié que des racines déjà exfoliées, ayant franchi ces trois premières périodes, déjà vieilles par conséquent, et les canaux qu'il déclare y avoir vus naître existent avec tous leurs caractères dès le début de la première de ces trois périodes.

Voilà ce que deviennent les canaux des arcs oléifères supravasculaires. Qu'advient-il maintenant des canaux isolés libériens? Ceux-là ne s'élargissent pas toujours. Au contraire, il semble parfois qu'ils sont peu à peu écrasés et comme oblitérés, à mesure que le faisceau libérien primitif est comprimé et rejeté en dehors par le faisceau libéro-ligneux qui se développe sur son bord interne. Les cellules de bordure du canal paraissent alors s'épaissir, et leur fonction cesser.

Mais en même temps que s'oblitère ce canal libérien primitif, il se développe dans les rayons d'éléments grillagés du liber secondaire, et en plus ou moins grande quantité suivant les espèces, de nouveaux canaux oléifères, originairement étroits et bordés par quatre cellules spéciales, s'élargissant plus tard, et disposés à la fois en arcs concentriques et en séries radiales. Les Araliacées ne produisent de ces nouveaux canaux oléorésineux que dans le liber secondaire; le bois secondaire n'en renferme pas. C'est aussi le cas le plus général dans les Ombellifères, mais M. Trécul y cite l'*Opopanax Chironium*, et le *Myrrhis odorata* comme ayant, en outre, des canaux oléorésineux dans le bois secondaire.

Ce sont ces canaux du liber secondaire dont M. N. J. C. Müller a bien étudié le mode de formation dans les Araliacées (*Cussonia*, *Hedera*) et dans les Ombellifères (*Ferula*, *Bubon*, *Archangelica*) (1). Mais, dès qu'il s'agit de l'existence des canaux primaires et de leur disposition dans le tissu, cet auteur cesse d'être exact. Je ne relèverai ici qu'un seul passage, celui où il est affirmé que la racine d'*Archangelica* n'a pas d'autres canaux oléorésineux que ces canaux secondaires, issus de la couche génératrice. Dans l'*Artemisia* et l'*Arnica*, dit M. Müller, il y a des canaux oléifères antérieurs au cambium et situés en face des masses ligneuses centripètes; des canaux de cette sorte manquent dans l'*Archangelica* (p. 429). Cette assertion est doublement erronée. Dans les deux familles il y a des canaux oléifères antérieurs à la couche génératrice. J'ai montré, dans le premier chapitre de ce travail, que, dans les Composées, ces canaux primitifs sont non pas situés en face des faisceaux vasculaires centripètes, comme le dit M. Müller, mais bien superposés aux faisceaux libériens, et nous venons de voir que chez les Ombellifères ils sont au contraire superposés aux faisceaux vasculaires centripètes (2).

---

(1) Pringsheim's *Jahrbücher*, V, p. 412-418 et 426-429.

(2) M. Müller reconnaît cependant (p. 428) que la racine d'*Imperatoria Ostruthium* possède deux espèces de canaux qu'il refuse à la racine d'*Archangelica*, les uns plus précoces, les autres plus tardifs que les canaux du liber secondaire : 1° des canaux superposés un à un aux faisceaux ligneux primaires, antérieurs à la couche génératrice; 2° des canaux périphériques apparaissant beaucoup plus tard que les faisceaux libéroligneux secondaires et sans rapport avec eux. Pour nous, ces canaux sont tous d'une

Tigelle et cotylédons.

La limite entre le pivot et la tigelle des Ombellifères est marquée nettement au dehors par une ligne circulaire qui sépare l'épiderme grisâtre, velu et d'origine endogène de la racine principale, de l'épiderme blanc mat, lisse et d'origine exogène de la tige. Quel est le changement interne qui correspond à cette limite extérieure ?

Si l'on étudie une série ininterrompue de sections transversales pratiquées depuis cette limite jusqu'aux cotylédons, on voit que la structure du pivot se conserve dans ses traits les plus saillants à travers toute la tigelle jusqu'à quelques millimètres de l'insertion des cotylédons. Les deux lames vasculaires demeurent en effet associées au centre en une bande dirigée suivant le grand axe de l'ellipse ; l'arc de canaux oléifères qui leur correspond conserve tous ses caractères : seulement les larges cellules hyalines qui séparent les méats s'agrandissent encore ; les faisceaux libériens gardent leur aspect, mais ils s'écartent de la lame vasculaire et en sont maintenant séparés par plusieurs rangs de cellules conjonctives. Enfin, le cylindre central ainsi constitué est toujours enveloppé par une membrane protectrice à plissements très-nets.

Cependant, en examinant les choses de plus près, on voit que quelques changements ont eu lieu à la limite externe. D'abord, à partir de ce niveau, tous les vaisseaux spiralés de la bande sont devenus déroulables. Cette légère transformation est due à l'accroissement intercalaire. D'une façon générale, les vaisseaux spiralés de la racine ne sont pas déroulables, parce que l'accroissement de cet organe est à peu près exclusivement terminal ; parce que, du moins, une fois les vaisseaux épaissis à un niveau donné, les cellules de ce niveau ne s'allongent plus sensiblement.

---

seule et même espèce, tous contemporains et primaires. Les premiers sont les canaux médians des arcs oléifères de l'organisation primaire ; les autres sont les canaux latéraux de ces arcs. M. Müller, qui a reconnu la précocité des uns, est tombé pour les autres dans la même erreur que M. Trécul.

Les vaisseaux spiralés de la tigelle, de la tige et des feuilles, ont leur spire décollée de la membrane primitive et déroulable, parce que la tigelle, la tige, les feuilles, sont le siége d'un accroissement intercalaire postérieur à la formation de la spire. Il y a, entre ces deux phénomènes, un lien de cause à effet. Dire, d'un côté, que les vaisseaux spiralés sont déroulables dans la tige et non déroulables dans la racine, ou, en d'autres termes, plus habituellement employés, que la tige a des trachées et que la racine n'en a pas ; dire, d'un autre côté, que la tige a un accroissement intercalaire et que celui de la racine est exclusivement terminal, c'est exprimer non pas deux caractères différents, mais un seul et même caractère.

A ce premier changement s'en ajoute un second. A la limite externe, les arcs de la membrane périphérique du cylindre central superposés aux faisceaux libériens prennent d'abord de la chlorophylle comme les cellules libériennes elles-mêmes, puis ils disparaissent, c'est-à-dire que leurs cellules constituantes se divisent et viennent former les éléments externes du faisceau libérien ; ce dernier s'appuie alors directement contre la membrane protectrice, en même temps qu'il s'écarte de la lame vasculaire. La tigelle n'a donc pas d'arcs rhizogènes ; la membrane périphérique du cylindre central s'y réduit à ses deux arcs oléifères. Nous avons déjà dit, à propos des Composées, que cette suppression de la membrane rhizogène en dehors des faisceaux libériens est un des caractères généraux du passage anatomique de la racine à la tige. Mais ici elle entraîne avec elle une conséquence singulière, c'est l'impossibilité où se trouve désormais la tigelle de former des racines adventives.

Enfin, il y a encore un troisième changement à noter. Des cellules étroites et longues s'insinuent entre le vaisseau le plus externe et les larges cellules qui bordent le canal quadrangulaire, avec lesquelles ce vaisseau était en contact direct tout le long du pivot. Ces cellules ont le caractère des cellules libériennes, mais il semble que leur formation se rattache plutôt au début des productions secondaires qu'à la séparation de la tige et de la racine.

Ainsi, s'il y a des plantes comme les Composées, le Ricin, le Liseron, et tant d'autres, où tous les changements anatomiques qui séparent la tige de la racine se succèdent rapidement et s'accomplissent dans un très-court espace coïncidant avec la limite externe, il y en a d'autres, comme les Ombellifères, et j'ajouterai les Crucifères, les Conifères, etc., où quelques-uns de ces changements, et les moins frappants, s'opèrent seuls à la limite externe. Les plus apparents peuvent ne s'accomplir que dans la partie supérieure de la tigelle, à peu de distance même des cotylédons, en sorte que cette tigelle paraît, au premier abord, conserver tous les caractères anatomiques du pivot. Ces différences tiennent simplement, comme il est facile de le concevoir, à une localisation différente de l'accroissement intercalaire de la tigelle (1).

---

(1) Qu'il me soit permis de rappeler ici que l'étude de la manière dont s'opère, tant chez les Monocotylédones que chez les Dicotylédones, le passage de la racine principale à la tige, m'occupe depuis plusieurs années. Il y a plus de trois ans, j'annonçais (*Comptes rendus*, 18 janvier 1869) que ce passage s'opère en général à la limite externe par le dédoublement des faisceaux vasculaires primitifs suivi de la translation latérale et de la rotation de leurs deux moitiés qui les amènent à se superposer aux faisceaux libériens alternes et qui rendent leur développement, de centripète, d'abord latéral, puis centrifuge. Depuis, j'ai vu que si un très-grand nombre de plantes se comportent ainsi, chez d'autres les choses se passent un peu différemment ; qu'il y a, par conséquent, plusieurs types à distinguer et que ces types méritent une exposition détaillée. Mais cette exposition devait nécessairement être précédée d'une étude approfondie de la structure de la racine dans les trois grandes classes de plantes vasculaires. Aujourd'hui cette étude est faite et publiée au tome XIII du présent recueil. C'est la première partie d'un grand travail d'anatomie et de physiologie végétales dont j'ai exposé le plan dans l'introduction qui précède ce premier mémoire. Le second mémoire qui m'occupe en ce moment traite de la tige, et l'un de ses chapitres est naturellement consacré à l'étude du passage anatomique de la racine à la tige. Il ne pouvait être question de ce passage dans le mémoire sur la racine, celle-ci conservant toujours ses caractères distinctifs jusqu'à la limite externe. Si le passage est brusque, il s'opère dans un court intervalle au-dessus de cette limite. S'il est progressif, il commence à la limite, et s'achève plus ou moins haut dans la tigelle, quelquefois seulement sous les cotylédons.

Si je rappelle ici l'état de mes travaux sur cette question, c'est qu'il vient de paraître dans le second fascicule du tome VIII des *Annales de Pringsheim*, parvenu aux abonnés de Paris dans la seconde semaine de janvier, un mémoire de M. Dodel, intitulé : *Le passage de la tige des Dicotylédones à la racine principale*. La question n'y est traitée, il est vrai, que sur un seul exemple, l'un des plus simples de tous, le Haricot, mais l'auteur y annonce toute une série d'études sur ce sujet. Je crois devoir con-

Arrivé à peu de distance des cotylédons, on voit la lame vasculaire multiplier ses vaisseaux et se gonfler en son milieu, puis se dédoubler et se creuser de manière à former une ellipse vasculaire au centre de laquelle il se trouve quelques cellules médullaires. Puis chaque pointe de l'ellipse s'isole et chaque côté se dédouble ; d'où six groupes vasculaires, désormais centrifuges. En même temps chaque faisceau libérien s'étale tangentiellement et se divise en quatre fragments dont les deux extrêmes s'unissent ensemble ; d'où six groupes libériens superposés aux six groupes vasculaires et intimement unis à eux pour former six faisceaux libéro-ligneux. Les arcs oléifères se divisent simultanément et se transforment de manière à former, au dos de chacun des faisceaux doubles, un canal quadrangulaire. Enfin, ces six faisceaux se rendent trois par trois aux cotylédons.

Dans chaque nervure cotylédonaire, le canal quadrangulaire dorsal a ses cellules de bordure en contact immédiat avec le liber ;

---

stater ici l'indépendance de mes recherches et l'intention où je demeure de les continuer dans la voie où je les ai entreprises.

Le chapitre de mon travail relatif à cette question a d'ailleurs une étendue plus grande. J'y étudie en effet le passage anatomique des deux organes aussi bien chez les Monocotylédones que chez les Dicotylédones. L'Asperge, l'Ail, l'Asphodèle, le *Tradescantia*, l'Iris, le Canna, le Dattier, les Graminées, se trouvent parmi les plantes analysées à ce point de vue. Or M. Dodel déclare, au début de son travail, qu'il n'y a pas lieu de s'occuper à cet égard des Monocotylédones, par la singulière raison que voici : « Il est bien connu, dit-il, qu'il ne peut être question chez les Monocotylédones d'une racine principale, et que les racines de ces plantes sont, sans exception, des racines adventives. Les Monocotylédones se trouvent donc tout d'abord exclues du cadre de ces recherches. » (*Loc. cit.*, p, 150.) Telle est aussi l'opinion de Schacht : « Les Monocotylédones, dit-il, sont dépourvues de pivot dès leur germination. » (*Les Arbres*, p. 188.) J'ai ouï dire cependant qu'en l'année 1810, l'Académie des sciences de Paris a retenti d'une discussion demeurée célèbre, entre L. C. Richard et Mirbel, au sujet d'une prétendue distinction des végétaux en Endorhizes et en Exorhizes, discussion que Cuvier a résumée dans ses *Rapports annuels sur les progrès des sciences physiques et naturelles*, et qui a valu à la science les belles recherches de Mirbel sur le mode de germination et le développement de la racine principale des Monocotylédones. C'est donc depuis plus de soixante ans un fait bien établi, que les Monocotylédones développent au moment de la germination une racine principale, un pivot, au même titre que les Dicotylédones. Aussi, sans insister sur ce point, me bornerai-je à ajouter que dans mon mémoire sur la racine, j'ai analysé la structure de cette racine principale dans environ quinze genres monocotylédones. (Voy. *Ann. des sc. nat.*, 5ᵉ série, 1872, t. XIII, p. 123 à 146.)

il n'y a pas d'autres canaux dans le parenchyme. Je n'ai pas réussi à voir, sur les larges cellules qui bordent les faisceaux des cotylédons, les plissements caractéristiques de la gaîne protectrice. D'ailleurs, à mesure qu'on s'élève dans la moitié supérieure de la tigelle, ces plissements s'écartent l'un de l'autre, deviennent de plus en plus rares, et finissent par disparaître.

Mais si la tigelle et les cotylédons des Ombellifères n'ont pas de canaux oléorésineux dans leur parenchyme, on sait depuis longtemps qu'il en est autrement dans la tige épicotylée et dans les feuilles qu'elle porte (1). D'après M. Trécul, toutes les Ombellifères et les Araliacées ont des canaux sécréteurs dans le parenchyme cortical de leur tige et dans le parenchyme de leurs feuilles, et toutes, sauf quelques espèces de *Bupleurum* (*B. Gerardi*, *B. ranunculoides*), en possèdent aussi dans la moelle. Cet anatomiste a décrit avec détail les diverses dispositions qu'affectent ces canaux du parenchyme, notamment ceux du parenchyme cortical de la tige des Ombellifères où il distingue dix arrangements différents. M. Trécul a signalé aussi les canaux sécréteurs qui existent dans le liber primaire et secondaire des faisceaux libéro-ligneux de la tige et des feuilles des plantes de ces deux familles. N'ayant sur ce point rien d'essentiel à ajouter à ces observations, je me borne à renvoyer le lecteur aux deux mémoires cités plus haut.

PITTOSPORÉES.

Ce n'est pas sans surprise que j'ai rencontré dans les canaux sécréteurs de la racine du *Pittosporum Tobira* une disposition fort analogue à celle que ce même organe vient de nous présenter chez les Ombellifères et les Araliacées. Il y a cependant, même dans la racine de cette plante et surtout dans sa tige et ses feuilles, de notables différences qui caractérisent un type distinct de celui des deux familles précédentes. Pour se convaincre à la fois de cette analogie et de ces différences, il suffira de jeter un coup d'œil sur l'organisation interne de la racine, de la tige et de la feuille.

---

(1) On trouve notamment quelques bonnes observations sur les canaux sécréteurs du parenchyme de la tige et du rhizome des Ombellifères dans une thèse de M. Jochmann : *De Umbelliferarum structura et evolutione nonnulla*. Vratislaviæ, 1855.

Racine. — Considérée avant l'apparition de toute production secondaire, la jeune racine du *Pittosporum Tobira* se compose d'un parenchyme cortical et d'un cylindre central. Le parenchyme cortical, formé de larges cellules polygonales, est dépourvu de canaux sécréteurs et se termine en dedans par une membrane protectrice dont les cellules, beaucoup plus petites, sont munies des plissements caractéristiques. Le cylindre central commence par une assise de cellules alternes avec les éléments plissés, assise qui constitue la membrane rhizogène ; ses faisceaux vasculaires rayonnants qui, au nombre de quatre ou cinq ordinairement, alternent avec autant de faisceaux libériens, sont réunis au centre par un tissu conjonctif dont les cellules conservent assez longtemps leur paroi mince.

Vis-à-vis de chaque lame vasculaire rayonnante, la membrane rhizogène se trouve creusée d'un canal quadrangulaire, ordinairement accompagné de chaque côté par un canal triangulaire plus petit (1). Ces étroits canaux sont remplis d'une huile essentielle jaune verdâtre, et, pour les produire, les cellules de la membrane rhizogène ont subi un mode de division identique avec celui que nous avons décrit dans les Ombellifères et les Araliacées. Mais ici le faisceau de cellules libériennes ne présente pas, au milieu de son bord externe, le canal oléifère que nous avons rencontré à cette place dans ces deux familles, et il en résulte, comme on le pense bien, une disposition différente pour les radicelles.

Pas plus que dans les Ombellifères et les Araliacées, les radicelles ne peuvent se produire ici en face des lames vasculaires, comme dans la presque totalité des cas, puisqu'à cet endroit les cellules rhizogènes sont consacrées à la formation de l'huile

---

(1) Quelquefois le canal quadrangulaire est seul, ou bien il est accompagné d'un seul côté par un canal triangulaire.

résineuse. Mais du moins rien ne les empêche ici de se former au milieu des arcs rhizogènes supralibériens qui alternent avec ces arcs oléifères supravasculaires, et elles y naissent en effet. Chacune d'elles est produite par la segmentation de l'arc tout entier de cellules rhizogènes qui sépare deux arcs consécutifs de cellules oléifères ; son centre s'appuie par conséquent sur le milieu du faisceau libérien et elle insère ses vaisseaux, à droite et à gauche, sur les deux lames vasculaires voisines. Les radicelles des *Pittosporum* sont donc disposées sur la racine en autant de rangées qu'il y a de faisceaux vasculaires dans le cylindre central de cette racine; mais ces rangées alternent avec ces faisceaux vasculaires au lieu de leur correspondre comme dans le cas général. En un mot, elles s'insèrent, pour une cause anatomique différente, comme dans la famille des Graminées.

Plus tard, après l'apparition des formations secondaires, le parenchyme cortical de la racine s'exfolie. Par son bord externe, et de dehors en dedans, la membrane rhizogène produit une couche subéreuse, et par son bord interne, et de dedans en dehors, quelques assises de larges cellules remplies, à l'automne, de grains d'amidon et de cristaux, et qui forment un parenchyme cortical secondaire. C'est à la limite de ces deux tissus que se maintiennent sans cesse les canaux oléorésineux primaires considérablement élargis et ordinairement rapprochés par groupes de trois. Le canal médian et le plus large de chaque groupe, bordé maintenant par dix à vingt cellules sécrétantes issues de la division des quatre cellules primitives, correspond à un des rayons de cellules amylifères qui, aboutissant en dedans aux lames vasculaires primitives, séparent à présent les faisceaux libéro-ligneux secondaires. Ces derniers ont leur région libérienne très-développée ; formée exclusivement d'éléments grillagés aplatis, disposés en séries radiales, elle est entièrement dépourvue de canaux sécréteurs; au moins n'en ai-je pas aperçu dans les racines médiocrement âgées que j'ai eues à ma disposition.

Tige. — La tige n'a de canaux sécréteurs, ni dans son parenchyme cortical, ni dans sa moelle, mais seulement dans ses faisceaux libéro-ligneux.

Dans la branche d'un an, chacun des vingt-quatre faisceaux libéro-ligneux possède un large canal plein d'une oléorésine incolore dans la partie externe de sa moitié libérienne, c'est-à-dire dans son liber primaire, lequel est, tout aussi bien que le liber secondaire, totalement privé de cellules fibreuses. En dehors de ses cellules sécrétantes, le canal a souvent un ou plusieurs rangs de cellules libériennes à paroi épaissie et brillante, mais quelquefois ses cellules de bordure confinent immédiatement au parenchyme cortical. Le liber secondaire, formé d'éléments grillagés disposés en séries radiales, se montre dépourvu de canaux, non-seulement à la fin de la première année, mais même dans une branche de trois ou quatre ans. Plus tard, cependant, il s'y développe un cercle de nouveaux canaux sécréteurs disposés un par un dans chaque bande de tissu grillagé comprise entre deux rayons parenchymateux consécutifs. Plus tard encore, il se forme un second cercle de canaux en dedans et à une assez grande distance du premier. Une branche de 10 millimètres de rayon, dans laquelle le liber avait 1 millimètre d'épaisseur, m'a montré quatre cercles concentriques de canaux oléorésineux : le cercle des canaux primaires et trois cercles de canaux secondaires.

Ainsi, les canaux sécréteurs de la tige du *Pittosporum Tobira* appartiennent exclusivement à la région libérienne des faisceaux. Les canaux primaires de cet organe font partie intégrante des faisceaux libériens primaires, tandis que ceux de la racine sont alternes avec ces faisceaux libériens et superposés aux faisceaux vasculaires. Le passage de la seconde disposition à la première se fait dans la jeune plante à l'endroit même où s'y opèrent le dédoublement des faisceaux vasculaires et leur superposition aux faisceaux libériens, c'est-à-dire à la limite anatomique entre le pivot et la tigelle.

Feuille. — Le pétiole, dont le parenchyme est entièrement dépourvu de canaux sécréteurs, renferme cinq faisceaux libéro-ligneux disposés en arc. Chacun de ces faisceaux possède un large canal plein d'une oléorésine incolore dans la partie externe de sa région libérienne, laquelle est, comme dans la tige, entièrement privée de cellules fibreuses. Ces canaux, qui font ainsi partie intégrante du liber des faisceaux, accompagnent les nervures de divers ordres dans le limbe de la feuille, où l'on peut les suivre jusqu'à la périphérie.

En résumé, si nous comparons la disposition des canaux sécréteurs du *Pittosporum Tobira* à celle des Ombellifères et des Araliacées, nous y remarquons une analogie profonde et de notables différences.

Dans la racine, l'analogie résulte du creusement similaire des canaux sécréteurs dans l'épaisseur même de la membrane rhizogène et en face des faisceaux vasculaires primitifs, obstacle qui empêche les radicelles de naître à leur place habituelle. Cette disposition paraît très-rare dans le règne végétal, car je ne l'ai rencontrée ailleurs que dans les Pins, le Mélèze et les Épicéas, où cependant, grâce à l'épaisseur considérable de la membrane rhizogène qui laisse plusieurs rangs de cellules rhizogènes ordinaires en dehors du canal, elle n'entraîne aucun dérangement dans la position des radicelles. L'analogie paraîtra ainsi d'autant plus profonde, que le caractère commun est plus singulier. Mais déjà, dans ce même organe, la différence des groupes naturels s'accuse dès l'origine par l'absence, dans le *Pittosporum*, du canal libérien des Ombellinées, circonstance qui retentit naturellement sur la disposition des radicelles et lui imprime, dans les deux groupes, un caractère spécial.

Dans la tige et les feuilles, l'analogie des deux groupes résulte de la présence commune des canaux sécréteurs dans le liber primaire et secondaire des faisceaux libéro-ligneux; tandis que leur différence est marquée par l'absence, dans le parenchyme cortical et médullaire des *Pittosporum*, des canaux sécréteurs que le parenchyme des Ombellinées possède toujours.

Malgré ces différences négatives, la jouissance commune du caractère si singulier et si rare que nous avons signalé plus haut, établit, entre la famille des Pittosporées et la classe des Ombellinées, une affinité positive, affinité qui ne laisse pas que de surprendre au premier abord quand on considère l'abîme que l'organisation florale paraît creuser entre ces deux groupes. Remarquons, toutefois, qu'en se bornant aux caractères tirés de la fleur et du fruit, les auteurs ne sont pas arrivés à s'entendre sur la place qui revient aux Pittosporées dans la classification naturelle. Constatons, en outre, que malgré l'insertion hypogyne des pétales et des étamines, Endlicher les range dans sa classe des Frangulacées, à côté des Célastrinées et des Rhamnées (1), tandis que d'autre part, pour M. Decaisne, les Rhamnées se rattachent intimement, par l'intermédiaire des Bruniacées, aux Araliacées et aux Ombellifères (2). Et nous conclurons que, si les caractères de la fleur et du fruit laissent indécise la place des Pittosporées, on n'est pas cependant sans pouvoir y démêler quelque affinité un peu lointaine avec les Ombellinées. C'est cette affinité vaguement sentie que les caractères tirés de la disposition des canaux sécréteurs viennent fixer et préciser.

Le *Bursaria spinosa* ne m'a, il est vrai, montré de canaux sécréteurs, ni dans sa tige, ni dans ses feuilles. Mais, quand il s'agit d'estimer et de mesurer les affinités naturelles, la présence ou l'absence de ce genre d'organes me paraît beaucoup moins importante que leur mode de disposition quand ils existent; l'argument tiré de l'arrangement des canaux dans les *Pittosporum* conserve donc toute sa valeur.

TÉRÉBINTHACÉES.

Les Térébinthacées doivent leur nom à la propriété qu'elles possèdent de sécréter dans leurs divers organes des principes essentiels et résineux, dont le plus célèbre est la térébenthine de Chio produite par le Térébinthe (*Pistacia Terebinthus*). Nous avons à chercher ici comment les canaux où se localise cette propriété se trouvent distribués dans les divers organes de la plante aux différentes périodes de leur développement.

---

(1) Endlicher, *Genera plantarum*, p. 1081.

(2) Decaisne et Le Maout, *Traité général de botanique*, p. 245.

Racine. — Considérée pendant sa période primaire, c'est-à-dire avant l'apparition des productions secondaires issues de la zone génératrice, la jeune racine du *Rhus Toxicodendron* présente, comme toutes les racines à cet âge, un parenchyme cortical et un cylindre central. — Le parenchyme cortical est formé de larges cellules polyédriques, et se termine en dedans par une assise de petites cellules rectangulaires, plissées sur les faces latérales et transverses, qui constitue la membrane protectrice. — Le cylindre central commence par une rangée de cellules plus grandes alternes avec les protectrices, et qui, en face des vaisseaux primitifs, sont souvent dédoublées par une cloison tangentielle : c'est la membrane rhizogène. Il y a dans la racine étudiée ici quatre lames vasculaires centripètes en forme de coin, qui comprennent chacune six à huit vaisseaux, et ne dépassent pas le tiers du rayon du cylindre. Elles sont réunies au centre par un prisme fibreux conjonctif, dont elles occupent et prolongent les arêtes. Sur les faces de ce prisme, entre ces arêtes vasculaires, se voient autant de faisceaux libériens aplatis ; ils sont formés de cellules à paroi mince, et au centre de chacun d'eux se trouve creusé un assez large canal sécréteur, bordé par cinq à sept cellules spéciales. Entre le canal et le prisme conjonctif, il y a au moins deux assises cellulaires, et c'est le rang interne qui deviendra plus tard l'arc générateur des productions secondaires.

Ainsi, dans l'organisation primaire de la racine des Sumacs, et il en est de même chez le Pistachier, le Lentisque, le Térébinthe, le Mollé (*Schinus Molle*), le *Spondias cytherea*, etc., il se développe un canal sécréteur au milieu de chaque faisceau libérien. Il ne s'en forme ni dans la membrane rhizogène, comme dans les Ombellifères, les Araliacées et les Pittosporées, ni dans la membrane protectrice, comme dans les Composées. Ces plantes réalisent ainsi un troisième type différent des deux précédents ; toutefois leur canal intralibérien correspond au canal intralibérien que nous avons rencontré dans l'organisation primaire de la racine des Ombellifères et des Araliacées.

Cette disposition des canaux ne gêne en rien l'arrangement normal des radicelles ; aussi naissent-elles ici, comme dans les cas ordinaires, par les divisions des cellules de la membrane rhizogène situées en face des lames vasculaires, et s'insèrent-elles, par conséquent, en autant de rangées verticales sur ces lames vasculaires.

Plus tard il se forme, par la bipartition répétée des cellules qui bordent chaque face du prisme conjonctif, un arc générateur, qui produit vers l'intérieur et de dedans en dehors un faisceau ligneux formé de fibres et de vaisseaux, vers l'extérieur et de dehors en dedans un faisceau de nouvelles cellules libériennes à paroi mince. Dans ce liber secondaire apparaissent progressivement de nouveaux canaux sécréteurs, disposés à la fois en arcs concentriques et en séries radiales. Il ne s'en forme ni dans le bois secondaire, ni dans les minces rayons de parenchyme superposés aux lames vasculaires primitives, et qui séparent les faisceaux libéro-ligneux secondaires.

En même temps, le parenchyme cortical primitif s'exfolie, et l'assise rhizogène sous-jacente produit, par des bipartitions répétées, en dehors une couche subéreuse à cellules carrées, superposées en séries radiales, en dedans quelques cellules amylifères formant un parenchyme cortical secondaire extérieur aux canaux libériens primaires considérablement élargis.

Ainsi les canaux sécréteurs de la racine des Térébinthacées sont, à toute époque, localisés dans le liber.

Tige. — Si nous étudions maintenant une branche de l'année de Térébinthe ou de Lentisque (*Pistacia Terebinthus*, *P. Lentiscus*), nous n'y trouverons de canaux sécréteurs ni dans le parenchyme cortical, ni dans les rayons qui séparent les faisceaux, ni dans la moelle ; ils sont tous localisés dans le liber des faisceaux libéro-ligneux. Ce liber commence par un croissant de fibres blanches, quelquefois subdivisé en trois fragments. Dans la concavité de cet arc fibreux on voit un large canal sécréteur, étalé tangentiellement, bordé par plusieurs rangs de petites cellules actives, superposées, et provenant de la division tangentielle répétée d'une seule rangée primitive. Ces cellules sécrétantes sont séparées de l'arc fibreux par quelques cellules libériennes à paroi mince. On rencontre déjà ce canal dans le plus jeune entre-nœud de la branche, alors qu'aucune des cellules libériennes situées en dehors de lui ne s'est encore fibrifiée, alors que le premier vaisseau situé vers la pointe interne du faisceau s'est à peine constitué, antérieurement enfin à la première apparition de l'arc générateur. Il appartient donc et appartient seul au faisceau primaire; il correspond au canal que nous avons rencontré dans l'organisation primaire de la racine, et en dehors duquel il ne se forme jamais de fibres dans cet organe.

Sous ce liber primaire muni de son canal sécréteur, on trouve dans la branche d'une année trois bandes rayonnantes de tissu grillagé d'origine secondaire, séparées par deux rayons unisériés. Chacune de ces bandes présente vers son milieu un canal sécréteur plus étroit que le canal primaire. La branche d'un an des Pistachiers possède donc, outre le cercle des canaux primaires, un second cercle de canaux secondaires plus nombreux.

Dans la branche d'un an de *Schinus Molle* ou de *Rhus Toxicodendron*, outre le cercle des larges canaux primaires protégés chacun par un arc fibreux libérien aminci au milieu, très-épais sur les bords, on voit dans chaque bande grillagée deux canaux superposés à quelque distance l'un de l'autre. Cette branche d'un an a donc deux cercles concentriques de canaux secondaires.

La branche du *Spondias cytherea*, type d'une tribu spéciale dans la famille des Térébinthacées, présente une particularité remarquable. Outre ceux du liber primaire et secondaire, elle présente dans sa moelle des canaux sécréteurs disposés en cercle à peu de distance du pourtour interne de l'anneau ligneux, et superposés aux pointes des faisceaux libéro-ligneux principaux avec lesquels ils s'échappent dans les feuilles.

Feuille. — Le pétiole de la feuille du Lentisque, du *Schinus Molle*, etc., a cinq faisceaux disposés en arc à sa face inférieure, et sa face supérieure est occupée par un sixième faisceau étalé qui tourne ses trachées vers le bas. Chacun de ces faisceaux contient un large canal sécréteur sous son arc de fibres libériennes.

Le parenchyme ambiant en est dépourvu. Les canaux sécréteurs suivent naturellement dans le limbe le cours des nervures dont ils font partie intégrante.

Dans le pétiole du *Spondias cytherea*, chaque faisceau renferme, comme d'ordinaire, un canal libérien; mais, en outre, le faisceau médian présente au-dessus de sa pointe trachéenne un canal sécréteur situé dans le parenchyme, et qui n'est que le prolongement d'un canal médullaire de la tige.

En résumé, les Térébinthacées vraies, ou Pistaciées, ne possèdent de canaux sécréteurs que dans les faisceaux libériens de leurs divers organes. Chaque faisceau libérien primaire en renferme un seul. Le liber secondaire, issu de la zone génératrice, en développe un dans chacune de ses bandes grillagées, puis, après un certain temps, un nouveau superposé au premier, et ainsi de suite, de sorte que tous ces canaux secondaires se trouvent disposés à la fois en cercles concentriques et en séries radiales.

Outre le système précédent, les Spondiacées ont des canaux médullaires qui pénètrent dans les feuilles avec les faisceaux foliaires.

BURSÉRACÉES.

La jeune racine du *Bursera gummifera*, étudiée avant l'apparition des productions secondaires, présente un canal sécréteur au centre de chacun de ses faisceaux libériens. Il n'y en a ni dans le parenchyme cortical, ni dans le large cylindre conjonctif à la périphérie duquel alternent les faisceaux vasculaires et les faisceaux libériens.

Plus tard, après le développement des formations libéroligneuses secondaires, la membrane rhizogène produit une couche subéreuse qui détermine l'exfoliation du parenchyme cortical. Le liber de chaque faisceau libéro-ligneux possède alors un large canal au milieu de sa périphérie; c'est le canal primaire élargi, refoulé en dehors, et de chaque côté duquel s'est formé un groupe de cellules libériennes fortement épaissies. Plus en dedans, dans le liber secondaire, on voit ordinairement trois canaux plus étroits disposés en arc. Il y a donc, à cette époque, deux cercles de canaux sécréteurs dans le liber de la racine. Par la suite du développement, il s'en produit d'autres semblablement disposés. Le bois secondaire n'en possède pas.

La jeune tige a ses faisceaux libéro-ligneux primaires très-rapprochés, et séparés par des rayons unisériés. Chaque faisceau commence par un arc de fibres libériennes, sous lequel se voit un large canal sécréteur. Il n'y a de canaux ni dans le parenchyme cortical, ni dans la moelle.

Plus tard, quand il s'est produit du liber secondaire, on y voit apparaître un cercle de canaux plus étroits et plus nombreux, puis un second cercle en dedans du premier, et ainsi de suite.

Dans les faisceaux du pétiole, on retrouve encore sous l'arc fibreux le canal libérien primaire. Ce canal, faisant corps avec le faisceau, accompagne les nervures plus ou moins loin dans le limbe, dont le parenchyme est ainsi dépourvu de canaux ou de poches sécrétantes.

En résumé, le *Bursera gummifera* se comporte absolument comme les Pistaciées, et il est probable qu'il en est de même de toutes les Burséracées vraies.

Mais les choses se passent tout autrement dans l'*Amyris maritima*.

La racine de cette plante ne présente de canaux résineux à aucun âge et dans aucun de ses tissus ; tout au plus y rencontre-t-on quelques masses résineuses ou quelques gouttes d'huile dans certaines cellules du parenchyme cortical primaire, et, après son exfoliation, dans certains éléments du liber secondaire. Sa tige ne présente de même aucun canal proprement dit ; seulement on y remarque, à la périphérie du parenchyme cortical, de larges poches arrondies, pleines d'une huile essentielle jaune verdâtre. Ces poches ont la même origine et le même mode de développement que les réservoirs glanduleux des Myrtes et des Orangers, c'est-à-dire que la cavité s'y forme par la résorption centrifuge d'un tissu sécréteur primitivement plein. Elles se retrouvent d'ailleurs dans le pétiole et dans le limbe, où elles apparaissent comme d'innombrables points translucides.

Par l'absence de canaux sécréteurs, l'*Amyris* s'éloigne donc beaucoup du *Bursera*, en même temps que par la présence de glandes sous-épidermiques, il se rapproche des Zanthoxylées, Diosmées et Rutacées d'une part, et des Hespéridées de l'autre. Cette différence de structure n'est pas d'ailleurs un caractère isolé ; elle vient confirmer d'autres différences déjà signalées par les auteurs dans l'organisation florale, et qui les ont portés depuis longtemps à écarter plus ou moins l'*Amyris* des Bursérées. M. Brongniart (*Énum.*, p. 141) le conserve, il est vrai, dans la famille des Burséracées, mais il en fait le type d'une tribu spéciale. Endlicher l'en sépare davantage, et le met à la suite de la famille comme type d'un groupe voisin (1).

CLUSIACÉES.

La structure et la disposition des canaux sécréteurs dans la tige et dans les feuilles des Clusiacées ont été étudiées avec détail par M. Trécul (2) ; mais ce botaniste n'a pas parlé des racines. Or nous savons déjà qu'on ne peut déduire ni l'existence, ni le mode de distribution des canaux sécréteurs dans la racine d'une plante de leur présence et de leur mode de répartition dans sa tige et dans ses feuilles. La famille actuelle va nous en offrir d'ailleurs une preuve nouvelle et des plus frappantes.

La disposition des canaux y présente au moins trois types différents.

1. — La racine du *Clusia flava* (3), considérée pendant sa période primaire, possède dans son parenchyme cortical de nom-

---

(1) « *Amyrideæ ad ordinis calcem positæ, ovario uniloculari, ovulis geminis, ex apice cavitatis pendulis, diversæ.* » (*Gen. plant.*, p. 1135.)

(2) *Comptes rendus*, 1866, t. LXIII, p. 537 et 613, et *Ann. sc. nat.*, 5^e^ série.

(3) Pour l'analyse détaillée des tissus de la racine de cette plante, voyez *Ann. des sc. nat.*, 5^e^ série, t. XIII, p. 258.

breux canaux sécréteurs qui se laissent rattacher à trois cercles : deux cercles très-rapprochés vers la périphérie et un troisième non loin du cylindre central. Ils sont déjà bien développés, et remplis de suc laiteux à la base même du cône végétatif de la racine. Le cylindre central, aussi bien dans ses faisceaux libériens et vasculaires que dans son large tissu conjonctif, en est totalement dépourvu.

Pendant le développement des faisceaux libéro-ligneux secondaires, qui s'opère très-lentement dans les plantes de ce genre, le parenchyme cortical se prête, sans s'exfolier, à l'élargissement du cylindre central. Il se dilate par un accroissement local, portant exclusivement sur certaines plages sinueuses de cellules transparentes étendues tangentiellement, plages qui ne renferment pas de canaux sécréteurs. M. Trécul a décrit ce mode d'accroissement pour le parenchyme cortical des rameaux (1). Les faisceaux libéro-ligneux ne forment pas de canaux dans leur liber secondaire.

Dans la branche, les canaux se retrouvent non-seulement dans le parenchyme cortical, mais encore dans la moelle. Les faisceaux en sont dépourvus ; le pétiole, de son côté, n'a de canaux que dans son parenchyme, aucun dans ses faisceaux.

2. — C'est d'une tout autre manière que les choses se passent dans le *Mammea americana* et le *Calophyllum Calaba*.

Dans sa période primaire, la racine du *Mammea americana* possède un parenchyme cortical épais contenant de nombreux canaux, d'où s'écoule une oléorésine jaune verdâtre, et qui n'offrent pas de disposition circulaire bien nette. Il n'y en a pas dans la zone tout à fait interne de ce parenchyme. Au centre de chacun des huit à dix faisceaux libériens qui alternent avec autant de courtes lames vasculaires à la périphérie du cylindre central, se voit un canal sécréteur. Ce canal ne s'aperçoit pas au début de la période primaire, mais il est déjà bien développé au moment de la première apparition des productions secondaires. Le tissu conjonctif central en est dépourvu. Plus tard, quand les faisceaux libéro-ligneux secondaires ont acquis un certain développement, il se forme de nouveaux canaux disposés en cercle dans le liber secondaire.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 545.

La branche d'un an possède des canaux sécréteurs dans son parenchyme cortical et dans sa moelle. Le liber de ses faisceaux commence par une couche de fibres blanches suivie de cellules à paroi mince. C'est au bord interne de ce liber primaire que se voient les canaux les plus externes. Plus tard il s'en forme de nouveaux dans les rayons grillagés du liber secondaire.

Le pétiole a des canaux dans le parenchyme extérieur et intérieur à l'arc libéro-ligneux. Dans cet arc lui-même, un certain nombre des faisceaux constituants ont au bord interne de leur liber primaire un canal sécréteur. La nervure médiane conserve jusque vers son sommet ce canal libérien. Les nervures latérales en paraissent dépourvues. Mais le parenchyme du limbe présente, au centre de chacune des mailles les plus fines de son réseau de nervures, une poche résinifère arrondie de la même nature que la poche oléifère des feuilles du *Tagetes ;* de sorte que, par transparence, chaque grande maille du limbe offre un nombre de points translucides égal à celui des petites mailles dans lesquelles elle se décompose.

Le *Calophyllum Calaba* se comporte, à de légères différences près, comme le *Mammea americana.*

Dans sa racine, outre les canaux du parenchyme cortical qui y forment un cercle périphérique et un second cercle vers le milieu de la zone, on voit apparaître non pas tout à fait au début, mais vers la fin de la période primaire, un canal sécréteur dans chaque faisceau libérien primitif. Plus tard il se forme un second cercle de canaux dans les rayons grillagés du liber secondaire, et il s'en produit d'autres encore par la suite. La membrane rhizogène développe une couche subéreuse formée de cellules tabulaires superposées en séries radiales, et en même temps le parenchyme cortical, n'étant pas doué du pouvoir d'accroissement local qui le caractérise dans les *Clusia*, est forcé de s'exfolier. C'est alors près du bord interne de la couche subéreuse que l'on rencontre le premier cercle de canaux libériens considérablement élargis et étalés tangentiellement.

Une section de la branche de l'année, pratiquée, en septembre, au milieu du troisième entre-nœud à partir du sommet, montre, outre les canaux du parenchyme cortical et de la moelle, un cercle de canaux sécréteurs à la partie interne du liber secondaire (1). Il n'y en a pas, comme dans la racine, au bord interne du liber primaire. Aussi les faisceaux du pétiole n'ont-ils pas de canaux dans leur partie libérienne. Le parenchyme du limbe est parcouru par des canaux continus ; il ne présente pas de poches arrondies comme dans le *Mammea*.

Ainsi le *Calophyllum Calaba* se rattache au même type que le *Mammea americana*, dont il diffère toutefois par l'absence de canaux sécréteurs dans le liber primaire des faisceaux de la tige et des feuilles.

3. — Le *Xanthochymus pictorius* et le *Rheedia lateriflora* réalisent un troisième type différent des deux précédents.

L'écorce de la jeune racine du *Xanthochymus pictorius* commence par un épiderme formé de cellules brunes, sous lequel s'étend une assise de grandes cellules allongées radialement, et qui contiennent chacune une masse oléorésineuse jaune (2). Le parenchyme cortical sous-jacent est dépourvu de canaux sécréteurs ; mais on y voit çà et là une cellule isolée remplie d'une matière résineuse en très-fins granules agités de mouvements moléculaires très-rapides. Sur les coupes longitudinales, ces cellules sont superposées en séries plus ou moins longues. Cette matière résineuse s'accumule tout particulièrement dans les cellules de la membrane protectrice superposées aux faisceaux libériens ; les éléments de cette membrane qui correspondent aux faisceaux vasculaires en sont dépourvus. Chacun des faisceaux libériens, qui alternent avec autant de petites lames vasculaires à la périphérie du tissu conjonctif central, possède, dès le début de l'organisation primaire, un canal sécréteur bien développé ; il n'y en a pas dans le tissu conjonctif.

---

(1) D'après M. Trécul, les canaux sécréteurs du liber secondaire n'apparaîtraient dans la branche du *Calophyllum Calaba* que pendant la seconde année de végétation. (*Loc. cit.*, p. 541.)

(2) Cette membrane oléifère est tout à fait analogue à l'assise sous-épidermique de la racine des *Acorus Calamus* et *gramineus*, *Valeriana officinalis*, etc., dont les cellules sécrètent aussi de l'huile essentielle. Dans la feuille des Acores, ce sont les cellules épidermiques elles-mêmes qui forment ces globules d'oléorésine. — Voyez, sur ce point, *Recherches sur la structure des Aroïdées* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. VI).

Dans une racine âgée, ayant près d'un centimètre de diamètre, on trouve la membrane oléifère externe exfoliée par suite du développement d'une couche subéreuse sur son bord interne. Le parenchyme cortical s'est prêté, par le développement uniforme de toutes ses cellules, à l'élargissement du cylindre central ; mais il est toujours, comme au début, dépourvu de canaux sécréteurs. Le liber dénué de fibres, et formé en majeure partie de larges cellules pleines d'amidon, possède maintenant, outre son cercle de canaux primaires élargis, un nouveau cercle de canaux secondaires plus nombreux, et même, à sa partie interne, un troisième cercle de canaux plus étroits.

On ne trouve pas de canaux dans le bois secondaire qui présente une structure remarquable. Ses fibres, totalement épaissies et d'un blanc brillant, ont l'aspect ordinaire des fibres libériennes ; elles sont, dans chaque bande ligneuse rayonnante, disposées par paquets, qui alternent avec des paquets de cellules allongées, à paroi mince, remplies d'amidon, et parmi lesquelles se voit çà et là un vaisseau ponctué. Les groupes de fibres blanches et les groupes de parenchyme amylacé se correspondent d'une bande rayonnante à l'autre, ce qui produit autour du tissu conjonctif central, dont les cellules, peu épaissies, sont remplies d'amidon, une alternance de zones brillantes et de zones sombres.

La tige jeune a des canaux disséminés dans son parenchyme cortical ; mais elle n'en possède pas dans sa moelle. Le liber de ses faisceaux n'a de canaux ni dans sa région externe, primaire, ni dans sa partie interne issue de l'arc générateur. La tige âgée, dont le bois offre la même constitution que celui de la racine, possède cependant au moins un cercle de canaux sécréteurs dans son liber secondaire.

Le pétiole a des canaux dans le parenchyme extérieur et intérieur à la courbe des faisceaux. Le liber de ceux-ci en est dépourvu.

Ainsi, tandis que la racine, privée de canaux sécréteurs dans son parenchyme cortical, en développe tout de suite dans son liber primaire, la tige, pourvue de ces organes dans son parenchyme cortical, n'en forme pas dans son liber primaire, mais, comme la racine, elle en produit plus tard dans son liber secondaire.

Le *Rheedia lateriflora* offre à peu près les mêmes caractères que le *Xanthochymus pictorius*. Même absence de canaux oléo-résineux dans le parenchyme cortical de la racine, où ces canaux sont remplacés dans leur fonction par une membrane oléifère sous-épidermique, et par des cellules résinifères disséminées qui se localisent au dos des faisceaux libériens. Mêmes canaux dans ces faisceaux libériens primaires et secondaires.

La tige présente des canaux sécréteurs non-seulement dans le parenchyme cortical, mais encore dans la moelle. Le liber primaire des faisceaux n'en possède pas, mais il s'en fait un cercle dès le début du liber secondaire. Le bois présente l'organisation remarquable que nous avons signalée dans le *Xanthochymus*.

Le pétiole n'a de canaux que dans son parenchyme ; le liber de ses faisceaux en est dépourvu.

En résumé, sous le rapport de la distribution des canaux sécréteurs, la famille des Clusiacées présente au moins trois types distincts, ainsi caractérisés :

1° Canaux dans le parenchyme cortical de la racine, dans le parenchyme cortical et dans la moelle de la tige. Pas de canaux dans le liber des faisceaux (*Clusia flava*, etc.).

2° Canaux dans le parenchyme cortical de la racine, dans le parenchyme cortical et dans la moelle de la tige. Canaux dans le liber des faisceaux (*Mammea americana*, *Calophyllum Calaba*).

3° Pas de canaux dans le parenchyme cortical de la racine. Canaux dans le parenchyme cortical de la tige. Canaux dans le liber des faisceaux (*Xanthochymus pictorius*, *Rheedia lateriflora*).

Le mode de distribution des canaux peut aussi changer d'un organe à l'autre de la même plante. Ainsi la racine peut ne pas avoir de canaux corticaux quand la tige en possède. Ainsi encore les canaux libériens peuvent dans la racine se montrer dès le liber primaire, et n'apparaître dans la tige qu'à partir du liber secondaire.

Les plantes qui se rattachent au même type peuvent aussi présenter des différences secondaires et caractéristiques. Ainsi les poches résineuses de la feuille séparent le *Mammea* du *Calophyllum ;* les canaux de la moelle distinguent le *Rheedia* du *Xanthochymus*.

Nous avons vu qu'à part les *Clusia*, toutes les Clusiacées étudiées dans ce travail développent toujours plus ou moins tôt des canaux sécréteurs dans le liber de leurs faisceaux. On doit donc s'étonner que M. Trécul n'ait rencontré ces canaux intra-libériens que dans la tige du seul *Calophyllum Calaba* (1). On s'en étonnera d'autant plus si l'on se rappelle que cette plante est précisément une de celles où les canaux manquent dans le liber primaire de la tige, et où leur apparition dans le liber secondaire est assez tardive, moins tardive cependant que ne l'a cru M. Trécul.

Au point de vue de la distinction des genres et de la mesure de leurs affinités, il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que, par la distribution des organes oléorésineux dans la racine et par la structure du bois, le *Rheedia lateriflora* et le *Mammea americana* appartiennent à deux sections différentes de la famille, le premier se rattachant au *Xanthochymus*, le second au *Calophyllum*. On sait en effet que M. Grisebach réunit ces deux plantes dans le même genre (2), tandis que MM. Planchon et Triana, non-seulement les distinguent génériquement, mais encore les rattachent à deux tribus différentes, la première aux

---

(1) *Loc. cit.*, p. 541.

(2) Grisebach, *Notice sur le genre* Rheedia (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, 1861, t. XV, p. 231).

Garciniées, la seconde aux Calophyllées (1). L'étude anatomique qui précède vient donc, par une voie indépendante, confirmer pleinement les conclusions que MM. Planchon et Triana ont déduites de l'organisation de la fleur, du fruit et de l'embryon.

AROÏDÉES.

Outre les vaisseaux laticifères annexés à leurs faisceaux libéroligneux, les *Philodendron* et les *Homalonema* possèdent des canaux sécréteurs. M. Trécul les a fait connaître le premier (2). J'ai eu, peu de temps après, l'occasion de les étudier à mon tour, et d'en signaler la présence dans le *Schismatoglottis* (3). La coexistence des vaisseaux laticifères et des canaux sécréteurs dans le même organe, coexistence que nous avons déjà observée dans quelques Composées, donne à ces Aroïdes un intérêt tout particulier. Je vais donc résumer ici les observations relatives à la disposition des canaux dans les divers organes de ces plantes, de manière à leur faire prendre la place qui leur revient dans le cadre général de ce travail.

Dans la racine des *Philodendron*, les canaux oléorésineux ne pénètrent pas dans le cylindre central, ils demeurent localisés à l'intérieur du parenchyme cortical. Ils y affectent une disposition circulaire, mais le nombre de cercles auxquels ils se rattachent varie suivant les espèces. En outre, les cellules de l'écorce qui entourent l'épithélium sécrétant s'allongent beaucoup et s'épaississent en fibres, de manière à envelopper le canal d'une gaîne résistante. Il n'y a qu'un cercle de canaux dans le *Philodendron Rudgeanum ;* il y en a trois dans le *Ph. crinipes*, quatre dans le *Ph. micans* et dans le *Ph. lacerum*. Dans cette dernière plante, les canaux du cercle externe manquent de gaîne fibreuse.

---

(1) J. Planchon et Triana, *Mémoire sur la famille des Guttifères* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XIII, XIV et XV). — *Réponse aux critiques de M. Grisebach relativement aux genres* Rheedia *et* Mammea (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, 1861, t. XV, p. 236).

(2) *Comptes rendus*, 1866, t. LXII, p. 30.

(3) *Recherches sur la structure des Aroïdées* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, 1866, t. VI).

La même localisation des canaux oléorésineux à l'intérieur du parenchyme cortical s'observe dans la racine des *Homalonema;* mais ces organes n'y sont pas entourés par la gaîne fibreuse qui les protége dans les *Philodendron*. On compte trois cercles de canaux sécréteurs dans la racine de l'*H. rubescens*.

Dans la tige des *Philodendron*, les canaux oléorésineux sont tantôt localisés dans le parenchyme cortical entre les faisceaux foliaires qui ont déjà quitté le cylindre central (*Philodendron Rudgeanum*), tantôt disséminés à la fois dans tout le parenchyme tant médullaire que cortical (*Philodendron hastatum*, *tripartitum*, *micans*).

Dans la tige de l'*Homalonema rubescens*, ces canaux sont remplacés par de grandes cavités ovoïdes disséminées aussi bien dans le parenchyme central que dans l'écorce.

Enfin le pétiole des *Philodendron*, *Homalonema*, *Schismatoglottis*, présente de nombreux canaux oléorésineux, dont les plus externes sont appuyés contre le collenchyme sous-épidermique, et les autres se trouvent répandus dans toute l'épaisseur du parenchyme (1).

C'est donc un double caractère général pour le système de canaux sécréteurs des Aroïdées d'appartenir exclusivement au parenchyme, et d'y être disposé sans relation avec les faisceaux libériens et ligneux dans la racine, ni avec les faisceaux libéroligneux dans la tige et les feuilles. Sous ce double rapport, ce système se comporte comme celui des *Clusia*.

---

(1) On ne trouve de canaux oléorésineux ni dans la racine, ni dans la tige, ni dans la feuille des *Aglaonema*. Mais la tige de l'*A. marantæfolia* présente dans son parenchyme un cercle de larges canaux gommifères, dont la tige de l'*A. simplex* est dépourvue. On retrouve des canaux semblables dans d'autres Aroïdées, dans le *Raphidophora pinnata*, par exemple, dans le *Monstera surinamensis*, et dans l'*Anthurium crassinervium ;* mais l'organisation de ces canaux gommeux est assez différente de celle qui appartient aux véritables canaux sécréteurs dont il est question dans ce mémoire.— Voyez, sur ce point, *Recherches sur la structure des Aroïdées* (*loc. cit.*).

BUTOMÉES.

La racine de l'*Hydrocleis Humboldtii*, dont j'ai décrit ailleurs l'organisation (1), est entièrement dépourvue des étroits canaux oléorésineux qui abondent dans la tige et dans les feuilles, et dont la structure a été exactement indiquée, il y a déjà bien longtemps, par M. Schleiden et par l'auteur anonyme de 1846.

Dans la tige, les canaux appartiennent au parenchyme, mais ils y sont disposés régulièrement par rapport aux faisceaux libéroligneux. Ces derniers sont rangés en deux cercles concentriques. Un premier cercle périphérique comprend de nombreux petits faisceaux; un second cercle intérieur n'en renferme que cinq plus grands. Il y a un canal à droite et à gauche de chaque fascicule périphérique, et un peu en dehors. Tous ensemble ces canaux forment un cercle extérieur aux faisceaux, et ils alternent deux par deux avec ces faisceaux. Au parenchyme qui entoure chacun des cinq faisceaux du cercle interne viennent aboutir en rayonnant les murs unisériés des lacunes environnantes. Vis-à-vis du point d'attache de chacun de ces murs, la gaîne parenchymateuse du faisceau présente un étroit canal bordé de quatre à six cellules actives.

Telle est la disposition des canaux sécréteurs; ils sont extérieurs aux faisceaux, et appartiennent au parenchyme ambiant. Toutefois, sans doute en raison de la constitution symétriquement lacuneuse de ce parenchyme, ils n'y sont pas disséminés, mais bien rangés avec ordre par rapport aux faisceaux.

Une disposition semblable se retrouve dans le pédoncule floral, qui a six faisceaux principaux dans le cercle interne, et dans le pétiole, qui n'a qu'un seul faisceau principal médian.

---

(1) *Mémoire sur la racine* (*Ann. des sc. nat.*, 5^e série. t. XIII, p. 163).

ALISMACÉES.

La tige et la feuille des Alismées ont aussi, dans leur parenchyme, un système d'étroits canaux sécréteurs dont la structure, méconnue par Meyen, a été exactement comprise par l'auteur anonyme de 1846.

Le pédoncule floral de l'*Alisma Plantago* se compose d'un parenchyme cortical peu épais et d'un large cylindre central. Le parenchyme cortical est lacuneux, privé de faisceaux et se termine en dedans par une membrane protectrice. C'est dans sa zone périphérique, très-près de l'épiderme, que sont disposés en cercle d'étroits canaux sécréteurs bordés par quatre à dix petites cellules incolores. Le cylindre central ne possède de canaux, ni dans ses faisceaux libéroligneux, ni dans le tissu conjonctif (moelle) qui les sépare.

On voit que la disposition des canaux dans la tige de l'*Alisma* est fort différente de celle que présente la tige de l'*Hydrocleis*, comme est aussi très-différente la structure de cet organe dans ces deux genres.

Le pétiole de la feuille, outre un système de petits faisceaux périphériques, a cinq faisceaux plus grands, disposés en arc au milieu du parenchyme lacuneux. Il y a un canal sécréteur au dos de chaque fascicule périphérique, appuyant ses cellules de bordure, d'une part contre les cellules libériennes, de l'autre contre l'assise sous-épidermique. Mais comme ces fascicules ne correspondent que de deux en deux aux murs de séparation des lacunes périphériques, il y a, en outre, un canal isolé en face du mur intermédiaire et ce canal appuie directement ses cellules de bordure contre l'épiderme. En outre, la gaîne de parenchyme compacte qui entoure chacun des cinq faisceaux en arc, et à laquelle viennent aboutir les murs unisériés des lacunes environnantes, présente un canal sécréteur vis-à-vis de l'insertion de chacun de ces murs.

La Sagittaire (*Sagittaria sagittifolia*) présente, dans l'arrangement de ses canaux, quelques différences secondaires.

Ses stolons sont formés d'un parenchyme cortical lacuneux très-épais, enveloppant un étroit cylindre central. Le parenchyme cortical renferme des faisceaux périphériques et d'autres plus grands dans son épaisseur. Les canaux sécréteurs, pleins d'un suc laiteux, y sont disposés, sans rapport avec ces faisceaux, en un cercle périphérique et en un second cercle voisin du cylindre central. Ce dernier est dépourvu de canaux.

Dans le pétiole, les plus grands des faisceaux périphériques, ceux qui n'appuient pas directement leur arc de fibres libériennes contre l'épiderme, ont seuls un canal dorsal. Ce canal est entouré par quatre cellules, et souvent il y en a deux ou trois côte à côte au dos de chaque faisceau. On voit, en outre, dans cette zone périphérique des canaux isolés dans l'intervalle des faisceaux. Les faisceaux internes disposés en arc n'ont pas, comme dans les *Alisma*, de canaux sécréteurs dans leur gaîne en face des murs unisériés des lacunes voisines. Çà et là, dans le parenchyme, on voit le point de réunion des murs des lacunes occupé par un canal sécréteur.

CONIFÈRES.

La structure et le mode de développement des canaux résineux des Conifères sont aujourd'hui bien connus. Aussi me bornerai-je à étudier ici, dans un certain nombre de genres de la famille, la distribution de ces canaux dans les divers tissus de la plante, et notamment la disposition qu'ils affectent vis-à-vis du système libéro-ligneux.

Sous ce rapport, il y a plusieurs types à distinguer, et ces modifications diverses, si on les combine avec d'autres caractères de structure, par exemple avec ceux qu'on peut puiser dans l'organisation également variable du liber secondaire, viennent aider puissamment à la caractérisation des genres (1).

---

(1) Pour l'étude détaillée de la racine des Conifères et des Cycadées, voyez mon mémoire déjà cité (*Ann. des sc. nat.*, 5^e série, t. XIII, p. 187).

1. — Le type le plus simple est réalisé par l'If (*Taxus baccata*). On sait en effet que la racine, la tige et la feuille de cette plante sont à tout âge dépourvues de canaux résineux.

Dans toutes les autres Conifères qui me sont connues, les feuilles tout au moins possèdent des canaux sécréteurs. Ces canaux se prolongent dans le parenchyme cortical du rameau, où ils descendent plus ou moins bas, souvent jusque vers le point d'insertion de la feuille sous-jacente. Une section de la branche montre donc, dans le parenchyme cortical vert, un cercle de canaux résineux dont le nombre dépend du mode d'arrangement des feuilles, canaux qui s'échappent en même temps que le faisceau foliaire et qui l'accompagnent dans la feuille.

2. — Beaucoup de Conifères ne possèdent que ce système de canaux corticaux foliaires. Il ne s'y forme de canaux sécréteurs ni dans le tissu conjonctif de la racine, ni dans la moelle qui est en quelque sorte le tissu conjonctif de la tige, ni dans les faisceaux libériens, ligneux et libéro-ligneux à aucun âge de leur développement. La racine des plantes qui se rattachent à ce second type est donc, à tout âge, entièrement dépourvue de canaux sécréteurs, car le parenchyme cortical de cet organe ne renferme de canaux dans aucune Conifère, et il s'exfolie partout de bonne heure. Ainsi se comportent les *Cryptomeria japonica*, *Taxodium sinense*, *Podocarpus elongata*, *Dacrydium Franklinii*, *Torreya Myristica*, *T. nucifera*, *Cunninghamia sinensis*, *Tsuga canadensis*, etc.

3. — Outre ce système de canaux corticaux, la branche du *Ginkgo biloba* a dans sa moelle deux larges canaux qui correspondent aux points d'insertion des deux feuilles supérieures. En effet, le faisceau foliaire bifurqué non-seulement possède, à son entrée dans le pétiole, trois canaux disposés en arc sur sa face inférieure et qu'il a pris au parenchyme cortical, mais en outre il a au-dessus de lui un canal médian, comme s'il avait entraîné avec lui le canal médullaire correspondant de la branche. Toutefois il n'y a pas continuité entre ces deux canaux ; ils sont simplement dans le prolongement l'un de l'autre. En effet, au

nœud les canaux médullaires cessent, et le pétiole, considéré à son insertion même, ne possède pas encore de canal supérieur. Ce n'est qu'un peu plus haut que ce dernier y apparaît dans le prolongement idéal du canal médullaire correspondant. A mesure que les deux faisceaux du pétiole se divisent et que leurs branches divergent dans le limbe, les canaux tant inférieurs que supérieurs se divisent aussi de manière à alterner toujours avec les nervures. Seulement ils sont fréquemment interrompus pendant leur trajet dans le limbe. Ce dernier, vu par transparence, présente en effet entre ses nervures des séries de poches translucides fort allongées, situées sur le prolongement l'une de l'autre.

Comme les plantes du second type, le *Ginkgo biloba* ne possède d'ailleurs aucun canal sécréteur dans le tissu conjonctif de sa racine, aucun dans ses faisceaux libériens, ligneux, et libéroligneux.

4. — Il en est autrement, au moins sous le premier rapport, dans les plantes qui se rattachent à notre quatrième type et parmi lesquelles je prendrai pour exemple le *Cedrus Deodara*.

Dans sa période primaire la racine du Cèdre présente un large canal résineux au centre du tissu conjonctif qui sépare les lames vasculaires rayonnantes. Les faisceaux libériens et vasculaires n'en ont pas, et le parenchyme cortical en est, comme toujours, dépourvu. Agée de cinq ans, la racine, dépouillée de son parenchyme cortical primitif, ne possède pas encore d'autre canal sécréteur que ce canal axile. Les cinq couches du bois secondaire, le liber primaire et secondaire en sont également dépourvus.

Ce mode d'organisation paraîtra fort singulier, si l'on réfléchit que c'est la première fois, dans la suite de ces études, que nous voyons des canaux sécréteurs se former dans le tissu conjonctif d'une racine.

La tige se comporte comme celles des plantes du second type, c'est-à-dire que dans une branche de quatre ans, par exemple, on n'y trouve pas d'autres canaux que ceux du parenchyme cortical qui accompagnent deux à deux les faisceaux foliaires au moment où ils s'échappent pour entrer dans la feuille. Moelle, bois et liber en sont également dénués. A ne considérer que la branche, on eût donc placé le Cèdre dans la seconde section, et l'on eût négligé ainsi un de ses caractères de structure les plus frappants.

L'*Abies Pinsapo* présente la même disposition. Comme celle du Cèdre, sa racine possède un canal résineux au centre du tissu conjonctif, et c'est, même à l'âge de dix ans, le seul canal qu'on y rencontre. Mais, en outre, cet organe présente un caractère particulier. Certaines cellules appartenant au liber primaire et aux rayons parenchymateux du liber secondaire, énormément élargies, et disséminées parmi les cellules amylifères qui les entourent, produisent une matière gommeuse hyaline insoluble dans l'eau, inodore, qui s'écoule en abondance quand on blesse le périderme. Au centre de chacune de ces grandes cellules à mucilage se trouve une macle de petits cristaux.

La tige de cette plante ne possède de canaux que dans son parenchyme cortical. C'est aussi dans ce parenchyme cortical que se trouvent disséminées de larges cellules à mucilage incolore, à paroi molle et peu adhérente aux cellules vertes voisines. Ces cellules y sont toutefois moins nombreuses que dans la racine (1).

Les *Abies balsamea* et *pectinata*, l'*A. Brunoniana*, ainsi que le *Pseudolarix Kæmpferi*, possèdent aussi un canal conjonctif central dans leur racine, tandis que le bois et le liber, aussi bien dans la tige que dans la racine, n'y contiennent pas de canaux sécréteurs.

Les Cèdres, les Sapins et le *Pseudolarix* se rattachent ainsi à un quatrième type nettement défini.

5. — Les Pins réalisent un cinquième mode de distribution.

Il n'y a dans l'organisation primaire de la racine des Pins

---

(1) Ces grandes cellules à gomme du parenchyme cortical de la tige ont été décrites par Schacht, dans l'*Abies pectinata*, sous le nom de *cellules à bassorine*. Elles ont été signalées plus tard par H. v. Mohl dans l'*Abies sibirica*. Elles caractérisent les vrais *Abies*, et se retrouvent chez le *Pseudolarix*, qui, sous ce rapport comme par la disposition de ses canaux, se comporte comme un *Abies*, non comme un *Larix*. Elles manquent da les *Picea*, *Tsuga* et *Pseudotsuga*.

(*Pinus sylvestris*, *Pinaster*, *Laricio*, etc.), ni canal conjonctif central, ni canaux libériens. C'est vis-à-vis de chaque lame vasculaire et entre les cellules internes de l'épaisse membrane rhizogène que se trouve creusé un canal résineux. Pour permettre, malgré cet obstacle, l'insertion directe des radicelles sur le faisceau vasculaire, la lame se bifurque en Y et le canal est logé dans l'angle dièdre ainsi formé. Les canaux primitifs de la racine des Pins appartiennnt donc au bois primaire, et leur position n'est pas sans rappeler celle des canaux primaires de la racine des Ombellifères et des Araliacées, plantes où elle entraîne cependant de bien autres conséquences.

Plus tard, après l'exfoliation du parenchyme cortical et la formation des faisceaux libéro-ligneux secondaires, de nouveaux canaux se constituent dans le bois secondaire de manière à former un cercle assez régulier dans l'anneau ligneux de première année. Les années suivantes il se fait de même, vers la périphérie de chaque nouvelle couche de bois, un cercle plus ou moins régulier de canaux sécréteurs. Le liber secondaire en demeure indéfiniment dépourvu. Quant aux canaux primaires, ils continuent à s'apercevoir au fond des rayons principaux qui séparent les faisceaux libéro-ligneux.

Dans la tige, on trouve d'abord le système ordinaire des canaux corticaux qui passent deux par deux dans les feuilles. En outre, dans la branche très-jeune, quand les faisceaux libéro-ligneux primaires sont encore séparés, chacun de ceux qui jouent le rôle de troncs principaux possède un canal sécréteur dans sa région ligneuse au milieu des vaisseaux. Mais les branches foliaires que ces troncs principaux produisent en se divisant, et qui séjournent d'abord à côté d'eux avant de se rendre aux feuilles, ne contiennent pas de canal. Aucun de ces faisceaux ne renferme d'ailleurs de canal sécréteur dans sa région libérienne.

Vers la fin de la première année de végétation, il se fait dans le bois de la branche un nouveau cercle de canaux résineux; de sorte que la couche ligneuse de première année a, dans la tige, deux rangées de canaux, tandis qu'elle n'en a qu'une seule rangée dans la racine. Chaque année suivante, il se forme dans la couche de bois correspondante un cercle de canaux résineux. C'est dans la zone de vaisseaux étroits et épaissis et vers la limite externe de cette zone, que se trouvent ordinairement ces canaux, c'est-à-dire que c'est vers la fin de la période végétative qu'ils se constituent (*Pinus Laricio*, *sylvestris*). Dans le *Pinus Pinaster*, ils se forment un peu plus tôt, car ils occupent dans chaque couche annuelle la limite entre les deux zones; ils ne pénètrent pas dans la zone des vaisseaux étroits.

Le Mélèze (*Larix europæa*) se comporte, dans ses traits principaux, comme les Pins. Sa racine a d'abord un canal résineux superposé à chaque faisceau vasculaire primitif, puis elle en forme de nouveaux dans le bois secondaire de première année. Dans chaque couche annuelle ultérieure il se produit un cercle de canaux plus ou moins régulier, situé à peu près à la limite du bois de printemps et du bois d'automne.

Mais, en outre, la racine du Mélèze possède des lacunes résineuses dans le liber. Les coupes longitudinales montrent que ces lacunes, n'étant pas beaucoup plus hautes que larges, ne sont pas des canaux continus. On les voit se succéder en séries verticales à peu de distance l'une de l'autre. Toujours situées dans un rayon parenchymateux du liber secondaire, elles envoient vers l'intérieur un prolongement qui suit horizontalement ce rayon, pénètre plus ou moins profondément dans le bois et vient communiquer avec un des canaux ligneux voisins de ce rayon. Ces poches ne sont donc pas autre chose que des expansions latérales de certains canaux du bois secondaire s'étendant dans la direction du rayon jusque dans la couche contemporaine du liber secondaire. D'abord courtes quand le liber et le bois se trouvent en contact, ces branches horizontales s'allongent naturellement à mesure que de nouvelles productions libéro-ligneuses secondaires s'interposent entre leurs deux extrémités. En même temps leur extrémité libre se dilate beaucoup dans le liber, tandis que la branche qui réunit la poche ainsi formée au canal demeure étroite comme le canal lui-même. On ne rencontre pas de canaux proprement dits dans le liber primaire et secondaire de cette racine.

La tige du Mélèze présente comme celle des Pins des canaux résineux dans le bois primaire et secondaire de première année, et dans chaque couche ligneuse annuelle (1). Ces canaux, comme ceux de la racine, envoient dans les rayons principaux des branches horizontales qui se prolongent jusque dans le liber, et s'y terminent en forme de larges poches (2). Le tissu libérien primaire ou secondaire est dépourvu de canaux sécréteurs.

L'Épicéa (*Picea excelsa*, *Picea Khutrow*) se rattache au même type que le Pin et le Mélèze, mais avec quelques différences. D'abord il n'existe pas ici de canaux supravasculaires dans l'organisation primaire de la racine. Des canaux se développent bien à cette place comme dans les Pins et le Mélèze, mais seulement plus tard, au début des productions secondaires. D'ailleurs il se fait chaque année, dans la couche de bois secondaire de la racine et vers la limite externe de cette couche, un nouveau cercle plus ou moins régulier de canaux sécréteurs.

Seconde différence, le bois primaire de la tige est dépourvu des canaux qu'on y rencontre dans les deux genres précédents, et même il ne s'en forme pas d'ordinaire dans le bois secondaire de la première et parfois aussi de la seconde année. Les années suivantes, on en voit, mais en petit nombre, au bord externe de la couche annuelle. Le liber primaire et secondaire de la tige est d'ailleurs, comme celui de la racine, entièrement dépourvu de canaux résineux.

Le *Pseudotsuga Douglasii* se comporte essentiellement comme les *Picea*.

Le Pin, le Mélèze, l'Epicéa et le *Pseudotsuga* forment donc une cinquième section nettement définie par la position exclusive des canaux sécréteurs dans le bois, mais qui se subdivise en deux groupes, suivant que ces organes apparaissent dès le bois primaire, ou qu'ils ne se développent que plus tard dans le bois secondaire (1).

---

(1) Les vaisseaux les plus épaissis et les plus étroits formant la zone externe de la couche ligneuse annuelle (bois d'automne), présentent dans le Mélèze et dans l'Épicéa, comme cela est bien connu dans l'If, outre les ponctuations aréolées, une spire d'épaississement très-nette. Cette observation a déjà été faite par Schacht.

(2) H. v. Mohl a signalé le premier, dans la tige des Conifères dont le bois présente des canaux sécréteurs, ces canaux horizontaux des rayons principaux et ces lacunes résineuses de l'écorce, mais sans toutefois rattacher les secondes aux premiers. Il a remarqué que dans le Mélèze la formation de ces poches est beaucoup plus précoce que partout ailleurs ; elles y existent déjà dans la branche d'un ou deux ans, tandis que dans le *Pinus Strobus*, par exemple, elles n'apparaissent qu'après la dixième année. (*Botanische Zeitung*, 1859, p. 329.)

6. — Dans d'autres Conifères, enfin, c'est au contraire dans le liber primaire et secondaire que se localisent les canaux sécréteurs dont le bois est toujours dépourvu ; ces plantes forment donc une sixième et dernière section.

Je prendrai pour premier exemple les Araucarias. Dans la racine des *Araucaria Cookii* et *brasiliensis*, les larges faisceaux libériens qui, au nombre de deux le plus souvent, alternent à la périphérie du cylindre central avec autant de faisceaux vasculaires rayonnants, contiennent chacun cinq canaux résineux. Plus tard, tandis que le parenchyme cortical s'exfolie par suite de la formation d'une couche subéreuse par la membrane rhizogène, tandis que se développent les faisceaux libéro-ligneux secondaires, on voit apparaître dans le liber secondaire un nouveau cercle de canaux résineux, et il s'en forme d'autres plus internes dans la suite du développement. Le bois de la racine est toujours dépourvu de canaux sécréteurs.

Outre les canaux corticaux qui pénètrent deux par deux dans les feuilles, la branche d'un an possède aussi des canaux sécréteurs dans le liber primaire de ses faisceaux principaux ; on n'en voit pas encore à cette époque dans le liber secondaire, qui en acquiert plus tard.

---

(1) M. Müller affirme, il est vrai (*loc. cit.*, p. 399), que les jeunes faisceaux libéro-ligneux de la tige du *Pinus taurica* et du *Picea excelsa* possèdent un canal résineux dans leur région libérienne, et il décrit le mode de formation de ce canal. Il représente en effet (pl. XLVII, fig. 1) un faisceau libéro-ligneux pris dans l'axe d'un bourgeon de *Pinus taurica*, et ce faisceau renferme entre le cambium *c* et le groupe libérien externe F*v* un canal *p* formé de quatre cellules entourant un méat quadrangulaire. Il donne en outre (fig. 2) l'ensemble d'une coupe transversale de l'axe du bourgeon, et chacun des huit faisceaux constitutifs de cet axe contient un canal dans sa région libérienne. Il m'a été, cependant, impossible de vérifier cette assertion et ces figures, ni sur le *Pinus Laricio* v. *taurica* cité par M. Müller, ni sur aucune autre des diverses espèces de Pins que j'ai étudiées à ce point de vue, et je n'ai pas été plus heureux avec le *Picea excelsa*. Mais une autre chose m'étonne bien davantage. Je viens de faire voir que le jeune faisceau libéro-ligneux de la tige des Pins renferme dans sa région ligneuse un canal sécréteur, bordé à l'origine par quatre ou cinq cellules. Or ce canal si net, M. Müller n'en signale pas l'existence, et ses figures 1 et 2 ne le représentent pas. Comment expliquer cette double contradiction ? Serait-ce donc que M. Müller aurait vu les choses à rebours, et qu'ici encore il aurait pris le liber pour le bois et le boi pour le liber ?

Le faisceau foliaire, bien avant d'entrer dans la feuille, est dépourvu de canal libérien.

Les choses se passent à peu près de même dans le *Widdringtonia cupressoides*. Dans l'organisation primaire de la racine de cette plante on trouve un canal résineux au centre de chaque faisceau libérien, comme dans les Térébinthacées, comme dans certaines Clusiacées. Plus tard, dans une racine de trois ans, par exemple, outre ce premier cercle de canaux primaires considérablement élargis, on trouve au moins deux cercles concentriques de canaux sécréteurs plus nombreux et plus étroits dans la partie externe du liber secondaire, et il s'en fait d'autres par la suite du développement.

La tige, outre son système de canaux corticaux qui passent un à un dans les feuilles, présente un système de canaux libériens semblable à celui de la racine. Le bois de la tige, comme celui de la racine, est dépourvu de canaux.

Dans les *Thuia occidentalis*, *Biota orientalis*, *Cupressus sempervirens*, la racine n'a pas de canaux sécréteurs dans ses faisceaux libériens primaires. Seulement il s'en développe plus tard dans le liber secondaire, et j'en compte jusqu'à quatre cercles, un peu irréguliers, dans une racine très-âgée de *Biota orientalis*. Il en est de même dans la tige de ces plantes. Le bois de la racine et de la tige y est dépourvu de canaux résineux.

Ces plantes se rattachent donc au type des *Araucaria* et du *Widdringtonia*, avec une modification secondaire analogue à celle que les *Picea* présentent par rapport aux *Pinus* et *Larix*.

En résumé, les Conifères ne possèdent jamais de canaux résineux dans le parenchyme cortical primaire de leur racine ; mais c'est la seule région d'où ces organes sécréteurs soient totalement exclus. Tous les autres tissus de la plante peuvent en présenter, et, sous ce rapport, il y a six modifications principales à distinguer. Je les caractériserai de la manière suivante, en ne tenant compte que de la racine et de la tige.

1. Pas de canaux dans la racine. Pas de canaux dans la tige. (*Taxus.*)
2. Pas de canaux dans la racine. Canaux dans le parenchyme cortical de la tige. (*Cryptomeria*, *Taxodium*, *Podocarpus*, *Dacrydium*, *Torreya*, *Cunninghamia*, *Tsuga.*)
3. Pas de canaux dans la racine. Canaux dans le parenchyme cortical et dans la moelle de la tige. (*Ginkgo.*)
4. Un canal central dans la racine. Canaux dans le parenchyme cortical de la tige. (*Cedrus*, *Abies*, *Pseudolarix.*)
5. Canaux dans le bois des faisceaux de la racine et de la tige. Canaux dans le parenchyme cortical de la tige. (*Pinus*, *Larix-Picea*, *Pseudotsuga.*)
6. Canaux dans le liber des faisceaux de la racine et de la tige. Canaux dans le parenchyme cortical de la tige. (*Araucaria*, *Widdringtonia-Thuia*, *Biota*, *Cupressus.*)

CYCADÉES.

Les canaux sécréteurs des Cycadées, dont la structure est bien connue depuis les observations de M. Trécul (1), se trouvent disséminés dans le parenchyme cortical de la tige. La moelle des *Cycas* en paraît dépourvue. Ils ne pénètrent, ni dans le bois, ni dans le liber des faisceaux libéro-ligneux, que ceux-ci appartiennent au cercle normal ou au cercle surnuméraire, qui, dans les *Cycas*, se forme plus tard en dehors du premier.

Dans le pétiole de la feuille, ils sont répandus dans toute l'étendue du parenchyme. Les faisceaux n'en ont, ni dans leur moitié libérienne, ni dans leur moitié ligneuse. Cette dernière a, comme Mettenius l'a montré depuis longtemps (2), une structure fort singulière et très-différente de celle du faisceau de la tige. Les vaisseaux y forment, en effet, deux groupes superposés. Le groupe interne, étalé en éventail, a un développement centripète; sa pointe, formée par les vaisseaux les plus étroits, est tournée en dehors et le diamètre des vaisseaux y augmente progressivement vers l'intérieur. Le groupe externe, au contraire, est centrifuge; les vaisseaux les plus étroits sont tournés en dedans, contre les vaisseaux les plus étroits du groupe interne, et leur calibre augmente progressivement vers l'extérieur.

---

(1) Journal *l'Institut*, 1862, p. 315.

(2) Voyez aussi, sur ce point, G. Kraus, *Jahrbücher für wiss. Bot.*, 1865-66, IV, p. 330.

Les faisceaux de la tige de nos Cycadées actuelles ne possèdent pas ce groupe interne centripète. Mais on le retrouve sur la face interne des faisceaux de la tige des *Sigillaria*. Ces Cycadées de la flore carbonifère possédaient ainsi, dans son complet développement, cette organisation singulière du faisceau libéro-ligneux, que les Cycadées de la flore actuelle ont perdue dans leur tige, mais ont conservée dans leurs feuilles. M. Brongniart, qui a signalé le premier ce caractère remarquable de la tige des *Sigillaria* (1), a été surtout frappé de la différence que ce caractère établit entre ces plantes et les Cycadées actuelles, différence qui l'a empêché, malgré tant d'autres ressemblances, de les classer dans la famille même des Cycadées. La frappante analogie de structure qui éclate, au contraire, si l'on considère les faisceaux de nos Cycadées, non dans la tige, mais dans la feuille, paraît lui avoir échappé.

Le parenchyme cortical de la racine des Cycadées ne renferme pas de canaux gommeux. Ces organes sécréteurs ne s'y montrent, dans le pivot du *Ceratozamia mexicana*, que tout à fait à sa base, près de la limite entre la racine et la tige. Le cylindre central n'en possède à aucune époque de son développement.

Par le mode de distribution de leurs canaux sécréteurs, les Cycadées ressemblent donc aux Conifères de notre seconde section (2).

---

(1) Ad. Brongniart, *Observations sur la structure interne du* Sigillaria elegans (*Archives du Muséum*, 1839, t. I).

(2) C'est peut-être ici le lieu de rappeler que l'on trouve des canaux gommifères dans quelques Fougères de la tribu des Marattiées. Dans le *Marattia lævis* ils se rencontrent à la fois dans le parenchyme cortical de la racine et dans le parenchyme du pétiole. Les *Angiopteris evecta* et *Willinckii* n'en offrent que dans le pétiole. Le système de canaux à gomme coexiste dans ces plantes avec un système de laticifères à tannin. (Voy. mon mémoire *sur la racine*, *loc. cit.*, p. 70 et suiv.)

RÉSUMÉ.

Nous venons de poursuivre, à travers douze familles naturelles, l'étude de la distribution des canaux sécréteurs dans les différents tissus des principaux organes de la plante, considérés aux époques successives de leur développement. Il est temps de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les résultats obtenus.

Nous avons vu que le système des canaux sécréteurs d'un organe se comporte de plusieurs manières vis-à-vis du système libéro-ligneux de cet organe. Il appartient, en effet, soit au parenchyme, comme dans les *Tagetes*, les *Clusia*, les *Philodendron*, les Cycadées, etc., soit aux faisceaux ; et dans ce dernier cas, il se trouve localisé, tantôt dans les faisceaux libériens et dans le liber des faisceaux libéro-ligneux, comme dans les Térébinthacées, tantôt dans les faisceaux vasculaires et dans le bois des faisceaux libéro-ligneux, comme dans la racine des Pins. Il y a donc trois types principaux à distinguer.

Chacun de ces trois types simples est susceptible de se modifier.

Ainsi, comme le tissu qui unit les faisceaux dans la racine et dans la tige se divise en deux régions, une région externe ou parenchyme cortical, et une région interne que nous nommons tissu conjonctif dans la racine et moelle dans la tige, le premier type présente, aussi bien pour la racine que pour la tige, trois modifications. Pour la racine, en effet, les canaux sécréteurs peuvent se rencontrer à la fois dans le tissu conjonctif et dans le parenchyme cortical, ou seulement dans l'un de ces deux tissus ; de même pour la tige. Des modifications du second ordre résultent ensuite de la localisation des canaux sécréteurs dans telle ou telle zone du tissu, ainsi que des divers rapports de position qui les rattachent aux faisceaux libériens, ligneux ou libéro-ligneux.

De leur côté, le second et le troisième type offrent deux modifications, suivant que les canaux sécréteurs apparaissent dès l'abord dans les faisceaux libériens ou ligneux primaires, ou qu'ils ne se développent que plus tard dans le liber secondaire ou dans le bois secondaire.

Ces trois types simples, sous quelque modification qu'ils se présentent, peuvent aussi se superposer deux à deux, ou même coexister tous les trois dans un seul et même organe. Ainsi, la tige des Pins a des canaux sécréteurs dans son parenchyme cortical et des canaux dans le bois de ses faisceaux libéro-ligneux. La tige des *Araucaria*, *Mammea*, *Helianthus*, des Ombellifères, etc., possède, outre ses canaux corticaux, des canaux sécréteurs dans le liber de ses faisceaux libéro-ligneux. Quelques Ombellifères ont même à la fois des canaux dans le parenchyme cortical et médullaire de leur tige, ainsi que dans le liber et dans le bois de ses faisceaux libéro-ligneux.

En outre, les principaux organes d'une même plante, sa racine, sa tige, sa feuille, son pédicelle floral, peuvent présenter des arrangements différents.

Il résulte de tout cela que la plante, considérée dans son ensemble, peut réaliser, dans la disposition de ses canaux sécréteurs, un nombre considérable de combinaisons diverses et caractéristiques.

Plusieurs de ces combinaisons diverses peuvent se rencontrer à l'intérieur d'une seule et même famille naturelle, comme nous l'avons vu dans les Composées, les Clusiacées, les Conifères, etc.; et cette distribution différente des canaux sécréteurs n'est pas un des moindres caractères de structure dont l'anatomie comparée ait à tenir compte pour estimer les affinités naturelles des genres.

On voit, par ce qui précède, que les canaux sécréteurs des plantes offrent, dans leur mode de distribution au milieu des tissus, des types analogues à ceux qu'on peut établir pour la répartition des vaisseaux laticifères, et des variations de ces types au moins aussi étendues que celles que présentent ces derniers organes. Ceci nous amène à comparer nos canaux sécréteurs, d'une part aux vaisseaux laticifères, d'autre part à ce qu'on appelle les organes glanduleux de la plante (poils glanduleux, glandes intérieures, etc.).

Les principes immédiats formés dans ces trois sortes d'organes offrent la plus grande analogie. Ce sont toujours, mélangées en proportions variables, des substances riches en carbone et en hydrogène, et dans lesquelles l'oxygène, ou bien manque complétement (caoutchouc, essence de térébenthine, etc.), ou se trouve en proportion relativement faible (camphres, etc.), atteignant quelquefois la proportion de l'hydrogène (gomme, amidon, etc.). Dans chaque classe d'organes, la nature des produits et les proportions où ils sont mélangés subissent d'ailleurs des variations semblables et entre des limites également étendues. En outre, ces produits similaires, quelquefois même identiques, se forment, dans les trois appareils, à l'intérieur de cellules spécialisées de la même manière par rapport au tissu ambiant, et ils sont la principale manifestation de la vie propre de ces éléments spécialisés. Il y a donc entre ces trois sortes d'organes une profonde ressemblance physiologique.

La différence la plus frappante, c'est que dans les vaisseaux laticifères les produits demeurent confinés dans la cellule qui les a formés ou du moins dans le système de tubes provenant de la superposition de ces cellules, avec ou sans résorption des cloisons transverses, tandis que dans les canaux sécréteurs ils s'échappent de la cellule génératrice à travers la face libre de l'élément pour s'accumuler dans la cavité, et que dans les organes glanduleux épidermiques ils s'écoulent directement dans l'atmosphère extérieure. Mais il est facile de voir que c'est là une différence purement anatomique, je veux dire provoquée seulement par la disposition diverse des éléments sécréteurs dans les trois appareils. Elle disparaît en effet, quand, par suite de certaines circonstances particulières, ces trois organes se trouvent ramenés, sans perdre leur caractère, aux mêmes conditions anatomiques.

Qu'un vaisseau laticifère, par exemple, vienne à côtoyer par quelqu'une de ses branches une lacune aérifère du parenchyme, ou à longer la paroi d'un vaisseau lymphatique âgé dans une région où ce vaisseau contient de l'air ; ce vaisseau laticifère se trouvera, en ce point, dans les mêmes conditions physiques que la cellule sécrétante d'un canal, et le même phénomène physique aura lieu, c'est-à-dire que le liquide contenu dans le tube s'extravasera, s'épanchera dans la lacune aérifère ou dans le vaisseau lymphatique (1). Inversement, si un organe, au point même où commence à s'y former un futur canal sécréteur, ne s'accroît pas en diamètre, les quatre ou cinq files de cellules sécrétantes ne pourront pas s'écarter l'une de l'autre; elles n'en rempliront pas moins leurs fonctions ordinaires, bien qu'elles n'aient pas de cavité où déverser leurs produits. Un pareil canal arrêté dans son développement et dont les exemples ne sont pas rares chez les Conifères, n'est pas autre chose, en réalité, qu'un paquet de quatre ou cinq vaisseaux laticifères contigus. Enfin si, comme on le voit dans l'ovaire de beaucoup de Monocotylédones, les épidermes glanduleux de deux feuilles voisines se trouvent rapprochés de manière à circonscrire une cavité close dans laquelle les cellules épidermiques déversent leurs produits au lieu de les épancher dans l'atmosphère extérieure, l'appareil ainsi constitué sera devenu un véritable canal sécréteur. Ainsi les glandes épidermiques peuvent être ramenées au canal sécréteur, celui-ci au vaisseau laticifère, et inversement le vaisseau laticifère au canal sécréteur ou à la glande épidermique.

Par sa structure, le canal sécréteur tient en quelque sorte le milieu entre les deux autres appareils ; plus simple à de certains égards qu'un épiderme glanduleux, il est plus compliqué qu'un vaisseau laticifère, et l'on peut à volonté le dériver de l'un ou de l'autre de ces organes. On peut le considérer en effet comme un épiderme glanduleux entourant une cavité interne de même origine que les cavités aérifères et limitant le tissu de la plante vis-à-vis de cette atmosphère intérieure comme un épiderme glanduleux véritable le limite vis-à-vis de l'atmosphère extérieure. Mais on peut aussi le regarder comme formé d'une série de vaisseaux laticifères, à cloisons transverses permanentes, rangés côte à côte, au nombre de trois ou quatre au moins, au pourtour d'un méat ou d'une lacune, où ils déversent régulièrement leur contenu, comme le font les vrais laticifères isolés eux-mêmes, toutes les fois qu'ils côtoient une lacune aérifère ou un vaisseau lymphatique âgé qui se comporte vis-à-vis d'eux comme une vraie lacune aérifère. Une bande d'épiderme glanduleux enroulée en cylindre, plusieurs laticifères unis côte à côte autour d'une lacune et combinés avec elle, engendrent ainsi un canal sécréteur.

---

(1) C'est ainsi que s'expliquent les faits relatifs à la pénétration du latex dans les vaisseaux lymphatiques, signalés d'abord à diverses reprises par M. Trécul, et que j'ai eu l'occasion d'observer moi-même, notamment dans les Colocasiées. — Voy. *Recherches sur la structure des Aroïdées* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, 1866, t. VI).

L'identité physiologique des cellules qui les constituent, identité qui se traduit par celle des produits élaborés par ces cellules, la façon identique dont ils se comportent quand on les ramène aux mêmes conditions extérieures, enfin la manière très-simple dont on les dérive l'un de l'autre, tout s'accorde donc à démontrer la profonde analogie de ces trois appareils. Ils appartiennent bien certainement à une seule et même classe d'organes, à ce qu'on peut appeler, dans le sens le plus large de ce mot, la classe des organes sécréteurs de la plante. Ce sont trois instruments d'une même fonction, qui se remplacent le plus souvent, mais que la plante peut aussi posséder à la fois.

Cependant les différences que ces trois appareils présentent dans le mode d'arrangement des éléments sécréteurs qui les constituent n'en demeurent pas moins caractéristiques, et elles sont assez nettes pour qu'il ne soit pas permis de les confondre et de les appeler du même nom. C'est ce que, malgré l'opinion inexacte qu'il s'est formée sur l'origine des vaisseaux laticifères, l'auteur anonyme de 1846 a parfaitement compris. Cette confusion, M. Trécul n'a pas hésité au contraire à l'introduire dans le sujet en donnant aux canaux sécréteurs les noms de « vaisseaux propres », de « laticifères », de « vaisseaux laticifères ». Nous venons de voir que si, se fondant exclusivement sur l'analogie fonctionnelle, on veut appeler les canaux sécréteurs du nom de « laticifères », ce serait manquer de logique que de ne pas appeler également « laticifères » les poils glanduleux, les surfaces épidermiques glanduleuses et les glandes internes, dont les cellules sécrètent par le même acte physiologique des produits de même nature.

Il y a donc, en résumé, dans les plantes une classe particulière de cellules, vivant d'une vie différente des autres, douées d'une constitution appropriée à cette vie spéciale, et donnant naissance à des principes immédiats qu'on ne retrouve pas dans les autres cellules : ce sont les cellules sécrétantes. Isolées ou diversement groupées, si elles font partie de l'épiderme, elles constituent la vaste catégorie des poils glanduleux et des surfaces glanduleuses. Situées dans la profondeur des tissus, elles peuvent être isolées ou groupées. Isolées, ou bien elles conservent la forme des cellules ambiantes au milieu desquelles elles sont disséminées, ou bien elles se ramifient et étendent au loin leurs branches en les insinuant entre les cellules ambiantes (laticifères rameux des Euphorbiacées, Colocasiées, etc.). Régulièrement groupées, ou bien elles forment une assise particulière (membrane oléorésineuse des *Acorus*, *Valeriana*, *Rheedia*, *Xanthochymus*, etc.), ou bien elles s'agglomèrent en masses compactes (glandes intérieures des Myrtes, des Orangers, etc.) ; ou bien elles se superposent en séries verticales, simples ou anastomosées en réseau, avec ou sans résorption des cloisons transverses (laticifères proprement dits, simples dans les *Philodendron*, réticulés dans les Papavéracées); ou bien enfin elles se disposent en un système de files longitudinales, rangées tout autour d'une cavité de même origine qu'une lacune aérifère ordinaire, et tapissant cette cavité d'une sorte d'épithélium (canaux sécréteurs, poches oléorésineuses).

On voit ainsi que les canaux sécréteurs réalisent le degré le plus élevé de complication dans le groupement relatif des cellules sécrétantes. Chacune de ces combinaisons de laticifères autour d'une lacune se comporte ensuite, dans ses relations avec les divers tissus de l'organe, notamment avec ses faisceaux libéroligneux, comme un laticifère ordinaire, de même à peu près qu'on voit en chimie les radicaux composés se comporter comme des corps simples.

RAPPORT

SUR UN MÉMOIRE DE M. GRAND'EURY

INTITULÉ

FLORE CARBONIFÈRE DU DÉPARTEMENT DE LA LOIRE

Par M. Ad. BRONGNIART.

Le travail dont nous avons à faire connaître les résultats importants pour la connaissance de la végétation de l'époque houillère a été remis à l'Académie en 1869, et présentait déjà à cette époque un ensemble considérable d'observations intéressantes, recueillies par l'auteur dans le bassin houiller de Saint-Étienne. Mais M. Grand'Eury, les poursuivant avec un zèle et une persévérance dont il faut lui savoir gré, a désiré que nous n'en entretenions l'Académie que lorsqu'il en aurait complété autant que possible l'ensemble, et donné aux résultats de ses recherches une plus grande certitude.

La flore de l'époque houillère, correspondant à la formation des grands dépôts de charbon que l'ancien monde nous a légués, est, sans aucun doute, la plus intéressante à étudier, car elle remonte jusqu'à l'origine du règne végétal; elle diffère profondément de la végétation qui couvre actuellement notre globe, et cependant elle paraît soumise aux mêmes lois générales d'organisation, et se rattache d'une manière plus ou moins directe à quelques-unes des formes qui existent encore de nos jours, ainsi que l'annonçaient les études, déjà si nombreuses, faites sur ce sujet, et que le démontre encore plus complétement le grand travail dont nous avons à rendre compte à l'Académie.

Dans leur état actuel, les recherches de M. Grand'Eury ne constituent pas un simple mémoire, mais un ouvrage considérable qui embrasse l'étude de tous les végétaux fossiles du bassin houiller de Saint-Étienne, considérés au point de vue de leur organisation, de leur détermination générique et spécifique et de leurs rapports stratigraphiques.

Cette étude du bassin houiller de Saint-Étienne offre d'autant plus d'intérêt, que ce bassin correspond à une époque géologique fort différente de celle des houilles exploitées sur beaucoup d'autres points, et qu'il offre une flore bien distincte, à plusieurs égards, de celle des terrains houillers du nord de la France et de la Loire-Inférieure.

Les formations carbonifères anciennes ne se rapportent pas, en effet, à une seule époque ; mais on a reconnu parmi elles des positions géologiques très-différentes qui offrent des différences également très-prononcées dans l'ensemble des végétaux qui leur ont donné naissance. Et pour ne parler que des terrains houillers de la France, on doit reconnaître que ceux de l'ouest de notre pays, compris dans les départements de Maine-et-Loire et de la Loire-Inférieure, placés à la limite du terrain devonien, sont les plus anciens ; que ceux des départements du Nord, qui paraissent contemporains de ceux de la Belgique, de l'Angleterre et de la plupart de ceux de l'Allemagne, viennent ensuite ; et enfin que ceux qui entourent le massif central de la France sont les plus récents et touchent, dans quelques cas, au terrain permien, qui forme la limite supérieure du terrain houiller.

Dans l'ensemble de ces terrains houillers supérieurs, qui comprennent non-seulement les houillères de la Loire (Saint-Étienne et Rive-de-Gier), mais celles d'Alais, de Decazeville, de Commentry et même celles du Creusot, de Blanzy et des environs d'Autun, on doit, comme le fait remarquer M. Grand'Eury, reconnaître encore plusieurs époques distinctes et des étages successifs qui diffèrent les uns des autres, à plusieurs égards, par les végétaux qui s'y rencontrent.

Ainsi le bassin de Rive-de-Gier, quoique très-voisin de celui de Saint-Étienne, appartient à un système de couches plus anciennes et renfermant des formes végétales souvent différentes.

C'est le bassin propre de Saint-Étienne et les couches de houille nombreuses qu'il renferme qui ont fait l'objet spécial des études de M. Grand'Eury, dont les recherches cependant se sont aussi étendues aux houillères de Rive-de-Gier, qui lui ont souvent fourni des matériaux utiles.

Les études botaniques de ce savant embrassent les formes si diverses qui constituent cette flore du bassin houiller stéphanais, mais on ne sera pas étonné de l'absence complète ou presque complète de certains groupes végétaux qui appartiennent plus spécialement à l'époque moyenne ou inférieure de cette grande période carbonifère.

Ceux qui ont donné naissance aux houilles de Saint-Étienne sont assez nombreux pour avoir suffi amplement aux recherches de M. Grand'Eury.

Nous ne pouvons pas évidemment le suivre dans tous les développements qu'il a donnés à plusieurs points de ce vaste ensemble : les limites nécessaires de ce Rapport ne le permettraient pas ; mais nous allons chercher à signaler les résultats nouveaux auxquels les recherches multipliées de ce savant l'ont conduit sur plusieurs des groupes les plus importants de la flore houillère.

Les Fougères, comme on le sait, constituent la famille la plus nombreuse en espèces, de formes très-variées, de cette ancienne végétation ; elles ont été recueillies, classées et dénommées avec soin depuis longtemps, et l'on pourrait croire qu'il ne reste presque rien à faire à leur sujet. On a cru d'abord que la plupart d'entre elles pouvaient être rapportées aux genres existant actuellement, ou du moins en être très-rapprochées. On s'est bientôt aperçu cependant que beaucoup de formes encore existantes manquaient entièrement à cette époque ; puis, lorsqu'on a trouvé des traces suffisamment caractérisées de leurs fructifications, on a vu que beaucoup de celles que la forme de leurs frondes stériles rapprochaient de quelques-uns des genres actuels en différaient notablement par ces caractères essentiels, et devaient même être rapportées à des tribus très-différentes de cette grande famille.

M. Grand'Eury a déterminé l'ensemble des espèces qui croissaient pendant le dépôt des couches de houille de Saint-Étienne et leur répartition dans chacune d'elles; mais il a surtout fait des observations très-intéressantes sur celles du groupe des Neuroptéridées, comprenant les genres *Neuropteris* et *Odontopteris*. Il a constaté en effet que les frondes de la plupart de ces plantes avaient des dimensions énormes, et que nous n'en voyons habituellement que les dernières divisions garnies de leurs pinnules foliacées; mais, par des réunions et des reconstitutions dont les diverses parties ont été observées sur la nature, il est arrivé à rétablir des frondes qui devaient avoir jusqu'à 5 à 6 mètres de longueur et dont les pétioles à leur base avaient, à l'état comprimé, jusqu'à $0^{m},30$ et même $0^{m},40$ de largeur. Ces pétioles donnent naissance à des rameaux d'un très-grand volume, plusieurs fois subdivisés, et se terminent par des portions de frondes appartenant aux *Odontopteris intermedia* et *minor*.

Ces pétioles et les rachis produisent en outre, sur une de leurs faces, des frondes accessoires sessiles très-courtes, et qu'on retrouve également sur les pétioles des *Neuropteris*, où elles constituent cette forme de feuilles qui avait été désignée sous le nom de *Cyclopteris*, et surtout de *Nephropteris*. Ces feuilles accessoires, d'une forme anomale, naissant sur les pétioles ou le rachis de ces feuilles, déjà reconnues il y a quelques années sur quelques *Neuropteris*, se retrouvent, sous une forme très-différente, dans quelques Fougères actuelles.

Ces pétioles énormes, aplatis par la pression, striés en long, sont réduits à une lame si mince, qu'ils ont été quelquefois pris pour des feuilles et rattachés aux *Noggerathia*. Ils paraissent avoir contenu de nombreux et minces faisceaux vasculaires peu résistants, presque toujours détruits sur les échantillons aplatis que M. Grand'Eury désignait par le nom d'*Aulacopteris*.

Mais ces mêmes organes se présentent aussi sous forme de tiges cylindriques charbonnées, dans cet état spécial que l'on compare au fusain, et l'on voit alors que les faisceaux fibro-vasculaires mieux conservés renferment des vaisseaux scalariformes comme ceux des Fougères. Il résulterait de ces observations délicates, mais qui paraissent très-exactes, que ces gros pétioles d'*Odontopteris* auraient, non pas la structure de ceux des Fougères ordinaires, mais une organisation que nous retrouvons presque identique dans les pétioles énormes de certaines Fougères actuelles de la tribu des Marattiées, dans les *Angiopteris* en particulier.

Les *Odontopteris* étaient au nombre des Fougères sur lesquelles on n'avait jamais aperçu aucune trace de fructification. M. Grand'Eury a eu l'heureuse chance de trouver un petit fragment d'une de ces feuilles offrant des indices évidents de fructifications. Ces fructifications consistent en de petits tubercules placés sur chaque nervure, très-près de son extrémité, et paraissent formées par un sporange solitaire, ovale, très-petit, semblable à un de ceux qui forment les groupes de sporanges occupant la même position dans les *Angiopteris* actuels.

Tout semble donc s'accorder pour nous prouver que ces grandes Fougères, et probablement également les *Neuropteris* qui leur sont si étroitement liés, sont des Fougères de la tribu des Marattiées, dont les espèces actuellement vivantes se rapprochent du reste beaucoup, par leur port et par la dimension gigantesque de leurs frondes, de ces genres anciens. Il est probable que ces frondes naissaient, comme celles des *Angiopteris* et des *Marattia* actuels, de souches volumineuses et charnues dont on n'a trouvé jusqu'à ce jour aucun reste.

Mais il y a dans ces mêmes terrains des tiges de Fougères arborescentes dressées et plus ou moins élevées, présentant souvent à leur surface des cicatrices pétiolaires qui, par leur dimension et leur structure, ne peuvent pas appartenir aux plantes précédentes : ce sont celles qu'on a désignées sous les noms de *Caulopteris*, de *Protopteris* et sous celui de *Psaronius*, lorsqu'on n'a connu que leur organisation interne conservée à l'état silicifié. On les a signalées depuis longtemps à cet état dans les parties supérieures du terrain houiller en Allemagne, et elles abondent disséminées dans le sol aux environs d'Autun, localité où l'on retrouve silicifiés beaucoup des végétaux du terrain houiller du bassin de Saint-Étienne.

Ces tiges, rarement signalées jusqu'à présent dans les couches houillères proprement dites, ont été observées fréquemment par M. Grand'Eury sous la forme de tiges dressées, en partie carbonisées, dans les grès qui recouvrent les couches de houille à Saint-Étienne.

Ce savant observateur y a reconnu deux formes bien distinctes qu'indiquaient déjà les échantillons silicifiés. Dans toutes on distingue un axe vasculaire, parcouru par des bandes diversement repliées de vaisseaux scalariformes, sans enveloppe ligneuse spéciale, ce qui les distingue de toutes nos tiges de Fougères arborescentes actuelles, mais les rapproche des souches des Marattiées; car, comme le fait remarquer M. Grand'Eury, avec le port des Cyathéacées, elles ont une structure plus ou moins analogue à celle des Marattiées. Dans les unes, cet axe constitue la tige tout entière et montre des cicatrices pétiolaires analogues à celles des *Caulopteris* et de nos Fougères en arbre, et les racines adventives nombreuses qui en naissent, enveloppant cette tige de toute part, forment une sorte de cône à leur base et s'étalent au loin dans le sol qui les portait. C'est ce que M. Grand'Eury a observé dans les couches du grès houiller exploitées à ciel ouvert aux environs de Saint-Étienne, et ce qu'il a décrit dans sa Notice sur les forêts houillères. Sauf la structure interne de leur axe, ces tiges sont en tout semblables à celles des Fougères arborescentes actuelles. D'après ce qu'il a observé sur les cicatrices foliaires, M. Grand'Eury croit qu'on ne doit pas distinguer les *Protopteris* des *Caulopteris*, mais qu'on doit former un genre spécial, *Ptychopteris*, du *Caulopteris macrodiscus* et de quelques autres espèces. D'autres tiges présentent un axe vasculaire semblable, quoique généralement plus petit, entouré, comme chez beaucoup de *Psaronius* silicifiés, d'une première enveloppe ou gaîne fibreuse, et plus extérieurement d'une écorce cellulaire très-épaisse, dans laquelle descendent de nombreuses racines adventives, parallèles, serrées, presque contiguës, très-grêles, et qui constituent, à l'état charbonné en fusain ou sidérifié, ce que M. Grand'Eury désignait sous le nom de *Tubiculites*. Il en a bien fait connaître la structure, ainsi que celle du tissu dans lequel elles sont plongées, structure qui s'accorde avec ce qu'on avait observé dans les *Psaronius* silicifiés. Le tout est circonscrit par une zone extérieure carbonisée, qui devait correspondre à la surface de la tige, mais sur laquelle on n'a pas observé les cicatrices des bases des feuilles. Souvent des racines sorties de l'intérieur de l'écorce l'enveloppent en partie et en masquent la surface. On remarque, en outre, que ces racines devenues extérieures sont plus grosses et moins régulières. M. Grand'Eury a constaté dans plusieurs cas les dimensions en grosseur et en longueur de ces diverses formes de tiges de Fougères ; il indique les modifications d'organisation qu'elles paraissent présenter dans leurs diverses parties, et le mode remarquable d'expansion de leurs racines, s'étendant sur une longueur de plusieurs mètres tout autour de leurs bases, et s'étalant de la même manière, mais à diverses hauteurs, à mesure que ces tiges encore dressées étaient enfouies par le sable que les anciennes alluvions amenaient autour d'elles. Ses dessins, représentant, les uns la nature telle qu'on peut l'observer, les autres des restitutions basées sur ces observations, nous montrent ce que devaient être ces végétaux remarquables ; ils prouvent que si ces *Caulopteris* et ces *Psaronius*, qui ne sont que des états différents des mêmes plantes, se rattachent évidemment à la grande famille des Fougères, ils appartiennent à des genres et probablement à des tribus différentes de nos Fougères arborescentes actuelles.

La flore de la période houillère, outre les Fougères, comprend, dans l'embranchement des Cryptogames acrogènes, des Lycopodiacées et des Équisétacées. Les Lycopodiacées, représentées par les *Lepidodendron*, que tous les botanistes reconnaissent pour des Lycopodiacées arborescentes, manquent presque complétement à Saint-Étienne ; elles sont fort rares à Rive-de-Gier, car elles caractérisent plus spécialement les terrains houillers anciens et moyens : elles n'ont été l'objet d'aucune observation importante de la part de M. Grand'Eury.

Les Équisétacées, au contraire, sont très-abondantes dans le bassin qui nous occupe, et ont été le sujet de recherches d'autant plus intéressantes de la part de ce savant, qu'elles conduisent à mieux établir la distinction des vraies Calamites et des Calamodendrées, que votre rapporteur avait séparées les unes des autres, et qu'il croit de plus en plus devoir éloigner. Un grand nombre d'observations suivies sur beaucoup de points où les grès houillers et quelques couches même de houille sont exploités à ciel ouvert ont permis à M. Grand'Eury de suivre les vraies Calamites dans le développement de toutes leurs parties : il a vu des rhizomes rampants, articulés, ou des bases de tiges dressées, donnant naissance à de nombreuses racines et produisant, comme nos *Equisetum* actuels, de tiges droites, sortant de l'ancien sol, s'élevant tantôt presque simples, tantôt plus ou moins ramifiées, suivant les espèces, et se terminant alors dans les *Calamites Cistii* et *ramosus* par de petits rameaux n'ayant quelquefois que quelques millimètres de diamètre ; il a constaté que, sur aucun point de leur étendue, ni les grosses tiges, ni les rameaux les plus déliés ne présentaient d'indices, soit de gaînes, soit d'appendices d'aucune sorte naissant sur leurs articulations. Les séries de petits tubercules qu'on voit souvent autour de ces articulations ne sont pas des cicatrices indiquant l'insertion d'organes caducs, mais plutôt des indices d'organes constamment avortés. Cette zone superficielle des Calamites a présenté, en outre, des caractères d'organisation qui jusqu'à présent avaient échappé aux autres observateurs. M. Grand'Eury a reconnu sur plusieurs tiges de Calamites dressées et non altérées par la compression que cette couche charbonnée et mince, qui présente à l'extérieur les stries ou sillons qui caractérisent ces tiges, était doublée à l'intérieur et à très-petite distance par une couche d'un tissu lisse et continu, sorte d'épiderme interne, qui tapisse la grande cavité des tiges de ces plantes ; c'est entre l'épiderme externe et cette couche interne que se trouverait toute l'épaisseur des parois de la tige des Calamites présentant un tissu fibreux assez résistant, de petites lacunes limitées par des cloisons longitudinales, et quelques vaisseaux scalariformes ou poreux, dont on voit les indices sur les échantillons les mieux conservés. A la hauteur des articulations, on trouve souvent l'indication des diaphragmes qui divisaient la cavité centrale de la tige. Cette organisation est fort différente, à bien des égards, de celle qui a été signalée, il y a trente ans, par le docteur Petzholdt chez la plupart des Calamites, dans lesquelles il avait observé des traces de structure interne. Cette différence provient-elle de la nature de ces espèces mal caractérisées extérieurement et probablement différentes, ou de l'âge des individus ? L'organisation observée par le savant allemand rattache d'ailleurs également ces fossiles aux Équisétacées, et dans l'un de ses échantillons, sur lequel il insiste peu, la structure est tout à fait semblable à celle qu'a observée M. Grand'Eury.

Suivant M. Grand'Eury, d'accord en cela avec M. Petzholdt, on ne voit jamais à l'intérieur de ces tiges aucune trace d'un axe formé de tissu plus résistant ; rien qui indique l'existence d'un axe ligneux, dont la destruction serait bien étonnante, lorsque d'autres tissus moins résistants sont bien conservés. Tout s'accorde donc pour faire considérer les Calamites comme des plantes herbacées fistuleuses qui, malgré leur grande dimension, auraient eu tous les caractères d'organisation essentielle de nos *Equisetum*, mais seraient dépourvues de gaînes et de toute espèce d'organes appendiculaires, et rappelleraient à ce point de vue les grands Cierges de la famille des Cactées.

Malgré des recherches assidues, l'habile explorateur des couches de Saint-Étienne n'a pu découvrir les fructifications de ces végétaux.

Quelques traces de petits chatons carbonisés se sont montrées sur des rameaux, mais tellement altérés, qu'on ne peut rien dire de leur structure ; on peut seulement affirmer que les fructifications qu'on leur a quelquefois attribuées n'appartiennent pas à de vraies *Calamites*, mais à cet autre groupe de végétaux qu'on a confondu avec elles, et que nous allons examiner sous le nom de *Calamodendrées*.

Ces plantes, qui paraissent avoir été toutes arborescentes, se présentent le plus souvent sous la forme de tiges marquées d'articulations, ou plutôt d'anneaux transversaux dont l'intervalle est sillonné par des stries parallèles, qui les ont fait confondre avec les *Calamites;* mais elles se distinguent de celles-ci :

1° Parce que les jeunes tiges et les rameaux portent des feuilles verticillées ;

2° Parce que leurs tiges renferment un axe ou cylindre ligneux entourant une large moelle.

Pour ne pas affirmer d'une manière trop positive les liens qui unissent les diverses parties de ces végétaux, M. Grand'Eury, se conformant à ce qu'on a été obligé de faire souvent dans la paléontologie végétale, et ce qui disparaîtra au fur et à mesure des progrès de cette science, a donné souvent des noms génériques provisoires à ces divers organes d'un même végétal.

Sous le nom de *Calamophyllites*, il désigne des tiges portant de longues feuilles étroites, verticillées, dressées et souvent appliquées contre la tige.

Lorsque ces feuilles sont tombées, la tige montre, à la place de chaque verticille, une série de cicatrices elliptiques, allongées dans le sens transversal, portant au centre un point qui indique un faisceau vasculaire et qui distingue ces cicatrices des tubercules qui accompagnent les articulations des vraies *Calamites*.

Les grandes cicatrices qui indiquent la position des rameaux verticillés en diffèrent également par leur position au-dessus des verticilles foliaires et non sur la ligne même de l'articulation, et ne permettent pas de confondre ces tiges avec celles des *Calamites*.

Les rameaux qui en naissent ont tous les caractères des *Asterophyllites*, et l'on ne peut pas séparer ces deux formes d'un même végétal. Les feuilles de ces rameaux diffèrent un peu par leur dimension et leur direction de celles des tiges ou rameaux principaux ; mais quand on connaît les différences qui existent entre les feuilles, soit à divers âges, soit sur des rameaux différents dans plusieurs genres de Conifères, on ne peut attribuer aucune valeur, même spécifique, à ces différences.

Ces tiges ne présentent pas les cannelures superficielles régulières des *Calamites*, mais seulement des stries assez vagues, et montrent souvent à l'intérieur des restes d'un tissu ligneux charbonné, entourant un noyau calamitoïde qui devait correspondre à la moelle, organisation très-différente de celle des vraies *Calamites* et qui se rattache aux tiges ligneuses des Calamodendrées.

C'est en effet dans les tiges ligneuses qui constituent les *Calamodendron* que cette différence se montre de la manière la plus prononcée.

Les Calamodendrées, longtemps confondues avec les *Calamites*, à cause de la forme articulée et sillonnée en long que présentent les portions de leurs tiges, qu'on rencontre habituellement, sont rapportées à deux genres distincts : les *Calamodendron* et les *Arthropitys*, d'après des différences secondaires dans la nature et la disposition des tissus qui constituent leur zone ligneuse, différences sur lesquelles nous ne saurions insister.

Dans ces plantes on a le plus souvent considéré comme des *Calamites* un noyau minéral qui a rempli la cavité d'une moelle très-volumineuse, dont la surface externe, appliquée contre la paroi formée par la zone ligneuse, présente des sillons longitudinaux correspondant à l'extrémité interne des lames fibro-vasculaires rayonnantes qui constituent cette zone ligneuse et qui, en s'anastomosant à la hauteur des verticilles foliaires, déterminent l'apparence d'une articulation semblable à celle des *Calamites*. Ce fait a été reconnu par presque tous les observateurs modernes, et l'anatomie de ces parties a été particulièrement l'objet de recherches intéressantes de la part de M. Binney et de M. Williamson. Cette apparence calamitoïde du moule de la cavité médullaire se reproduit aussi dans d'autres cas à la surface externe du cylindre ligneux, lorsqu'il est bien conservé et que les rayons médullaires ne se sont pas multipliés et atténués vers l'extérieur. Cette apparence résulte également des lignes parallèles alternativement saillantes et creuses produites par des lames de tissu d'une résistance inégale, et par leur anastomose à chaque verticille. La surface de la tige elle-même, formée par une écorce charbonnée, ne présente au contraire aucun indice de ces sillons parallèles qui caractérisent les vraies *Calamites*.

Ces bois à l'état carbonisé, avec structure conservée, désignés vulgairement sous le nom de *fusain*, se trouvent en grande quantité dans les couches de houille de Saint-Étienne, surtout dans les plus supérieures ; on les reconnaît bien au microscope, par la disposition en lames rayonnantes de natures diverses de leur tissu ligneux. En outre, l'existence du noyau médullaire calamitoïde les distingue de tous les autres bois de cette époque. Ils forment quelquefois des tiges d'une grande élévation, ainsi que M. Grand'Eury l'a constaté dans plusieurs cas ; il en décrit plusieurs exemples, et un surtout où, sur une tige de 6 mètres de longueur et de 0^{m},30 à 0^{m},40 de diamètre, il a pu s'assurer des modifications de structure que cette tige éprouve à diverses hauteurs, dans le volume de l'énorme moelle qui en occupe le centre et simule une Calamite, et dans celui de la zone ligneuse et de l'écorce qui l'entoure. Sur d'autres tiges de Calamodendrées, M. Grand'Eury a vu de nombreuses et fortes racines adventives naître vers la partie inférieure de la tige, qui se terminait en outre par des racines divisées en grosses branches inégales.

De l'ensemble de ces observations, il paraît résulter qu'il existait à cette époque une famille de végétaux arborescents, dont les tiges, malgré la singularité de leur organisation, se rapprochaient surtout de celles des Dicotylédones gymnospermes, et dont les rameaux, représentés par les *Asterophyllites*, s'éloignaient peut-être moins qu'on ne le croirait de certaines Conifères.

Dans notre opinion, cette famille n'a pas plus de rapport avec les vraies Calamites et les Équisétacées que celles-ci n'en ont avec les *Casuarina* actuels ; car, malgré une grande similitude extérieure entre les rameaux d'un *Casuarina* et ceux d'une Prêle, il n'est pas un botaniste qui soit disposé à admettre la moindre affinité entre ces végétaux. La présence d'un cylindre ligneux et son accroissement successif sont des caractères appartenant exclusivement aux plantes dicotylédones. La disposition verticillée et la diversité des feuilles dans un même individu se montrent dans plusieurs Conifères, particulièrement parmi les Cupressinées, et une nouvelle espèce de Conifère de la Nouvelle-Calédonie nous en offrait récemment un exemple frappant. Les rameaux stériles du *Frenela Balansæ* présentent des verticilles de quatre feuilles, longues de 2 à 3 centimètres, étroites comme celles de certains *Asterophyllites*, tandis que les rameaux adultes portent des feuilles réduites à des écailles de moins d'un millimètre. Que les feuilles soient disposées en plus grand nombre à chaque verticille, et une analogie extérieure assez marquée se présentera entre ces plantes et les *Asterophyllites*.

On a objecté à ces rapports déjà indiqués entre les Calamodendrées et les Dicotylédones gymnospermes, que ces arbres fossiles avaient pour fructification des épis de sporanges. Ces fructifications ont été étudiées et décrites par M. Binney, comme appartenant à son *Calamodendron commune*. Déjà M. Ludwig (*Paléontograph.*, t. X) avait décrit des épis analogues, quoique beaucoup plus grands, et les avait considérés également comme des épis de *Calamites*, en admettant les relations de ces fructifications avec les *Asterophyllites*, et par suite avec les Calamodendrées et non avec les vraies *Calamites*.

On peut se demander si ces organes sont réellement des sporanges et non pas des anthères ; s'ils sont les analogues des sporanges des *Equisetum*, ou s'ils ne seraient pas plutôt des anthères peltées semblables à celles des Taxinées.

La dimension des échantillons figurés par M. Binney, et dont il existe des analogues dans les roches siliceuses d'Autun, est fort semblable à celles des chatons des *Taxus* et des genres voisins ; ceux plus grands représentés par M. Ludwig rappellent par leur dimension les chatons mâles des *Araucaria*, dont certaines espèces ont des chatons qui atteignent 25 centimètres de long. Il y a sans doute des différences très-notables entre les chatons mâles de ces diverses Conifères et les épis attribués à ces *Calamodendron*, mais elles ne sont pas plus grandes que celles qui les distinguent des épis de sporanges des *Equisetum*, et ne peuvent pas être un motif pour classer ces arbres parmi les Cryptogames.

Cette question des fructifications des Calamites et des Calamodendrées reste encore très-obscure ; elle ne saurait décider du classement de ces derniers arbres parmi les Cryptogames, contrairement à toutes les raisons tirées de la structure générale de leur tige qui les place parmi les Dicotylédones, près des Conifères et des Cycadées actuelles.

Il en est de même d'un autre groupe remarquable sur lequel les observations de M. Grand'Eury ont répandu un jour tout nouveau ; les plantes qui le constituent ont été bien différemment appréciées à diverses époques. Le type de ce genre, d'abord signalé et figuré par Sternberg, sous le nom de *Flabellaria borassifolia*, était alors considéré comme une preuve de l'ancienne existence des Palmiers. Mieux étudié par Corda, il a été reconnu que la prétendue feuille flabelliforme, analogue à celle des *Borassus* et d'autres Palmiers, était une tige terminée par un bouquet de feuilles simples à nervures fines et parallèles, et que ce rameau avait les caractères les plus essentiels d'une tige dicotylédone gymnosperme.

Le *Flabellaria borassifolia* est devenu le type du genre *Cordaïtes*, consacré au savant qui l'avait mieux fait connaître. Par la structure de ses feuilles, un autre genre venait se placer près de celui-ci : c'est le genre *Noggerathia*, qui a pour type une feuille pinnée des houillères de la Bohême, à folioles ressemblant à celles de certaines Cycadées actuelles et aux feuilles des *Cordaïtes*. On lui a rapporté toutes les feuilles pinnées ou paraissant représenter des folioles de feuilles pinnées à nervures fines, égales et parallèles, mais dont beaucoup sont probablement plutôt des *Cordaïtes*.

M. Grand'Eury n'a trouvé que peu d'exemples de ces *Noggerathia* dans les couches de Saint-Étienne (il en distingue avec doute quatre espèces), mais ils suffiraient cependant pour expliquer la présence de certains fruits assez rares également, les *Rhabdocarpus*, qu'on serait porté à considérer comme ceux des *Noggerathia*, rapport qui serait confirmé par l'observation toute récente, faite par M. Grand'Eury, de fruits de cette nature, réunis sur une sorte de rachis comme ceux des *Cordaïtes*, ou peut-être comme ceux des *Cycas*, sur la base des feuilles fructifères.

Mais si les *Noggerathia* sont rares dans le bassin de Saint-Étienne, les *Cordaïtes* au contraire paraissent y être très-abondants, très-variés, et contribuer pour beaucoup à la formation de la houille. Ils présentent des feuilles de forme et de dimension très-diverses, depuis 2 à 3 centimètres de long jusqu'à une longueur de plus de 1 mètre. On peut rarement obtenir ces grandes feuilles dans leur entier; leur forme générale, leur taille et surtout les détails de la nervation permettent cependant d'en distinguer un assez grand nombre d'espèces; mais avant de fixer la limite de ces espèces, il faudra bien se rappeler combien les feuilles varient sur le même arbre dans les Conifères, dont ces feuilles paraissent se rapprocher. Ces feuilles sont toujours simples et très-entières, ovales ou plus souvent longuement lancéolées ou spatulées, à nervures fines, égales, parallèles, ou un peu divergentes à la base.

Cette nervation est très-semblable à celle des folioles des *Noggerathia;* et de même que celle-ci rappelle celle des folioles des Zamiées, celle des *Cordaïtes* paraît très-analogue à celle des feuilles des *Dammara* et de certains *Podocarpus* parmi les Conifères. Les espèces à feuilles très-étroites, linéaires, souvent très-longues, ressemblant par leur forme générale à des feuilles de Graminées, sont désignées par M. Grand'Eury sous le nom de *Poa Cordaïtes*, et considérées par lui comme d'une nature assez différente des vraies *Cordaïtes*, par suite de leur gisement et de leurs associations.

Les feuilles des *Cordaïtes* ont été assez souvent trouvées fixées sur leurs rameaux, que M. Grand'Eury désigne sous le nom de *Cladiscus;* elles sont sessiles, mais toujours rétrécies à la base et non amplexicaules; elles sont caduques et laissent après leur chute une cicatrice transverse, tantôt étroite et linéaire, tantôt plus large, oblongue ou elliptique, marquée d'une rangée de séries de ponctuations vasculaires, qui distingue immédiatement ces cicatrices de celles des Sigillaires, et les fait ressembler à celles des *Dammara* de la végétation actuelle. Les rameaux qui portent ces feuilles sont très-divisés et forment des embranchements successifs à divisions alternes dressées ou étalées ; au centre du cylindre ligneux se trouve une large moelle dont le pourtour, présentant des lames saillantes transversales, a donné lieu à une erreur semblable à celle qui a fait considérer comme des *Calamites* le moule de la cavité médullaire des *Calamodendrées ;* pour les *Cordaïtes* on a pris le moule de leur cavité médullaire, marqué de sillons transversaux annulaires, ou anastomosés, pour des tiges de Monocotylédones, qui ont été désignées sous le nom de *Sternbergia* et plus tard sous celui d'*Artisia.* Ces prétendues tiges, bien reconnues depuis plusieurs années pour représenter la moelle de divers végétaux, ne paraissent pas appartenir exclusivement aux *Cordaïtes,* mais elles constituent un des caractères de leurs rameaux, car sur les vieilles tiges les sillons transversaux s'atténuent et la moelle perd de son caractère d'*Artisia*.

Entre la surface extérieure des rameaux et des tiges de *Cordaïtes* et cet axe médullaire vide ou occupé par un tissu cellulaire lâche, remplacé par de la roche, se trouve une zone plus ou moins épaisse entièrement charbonnée, dans laquelle M. Grand'Eury a distingué deux couches concentriques, l'une corticale et l'autre ligneuse. La première, souvent très-épaisse et formée de lames parallèles à la surface externe, est composée alternativement de lames d'un tissu fibreux ou cellulaire allongé dans le sens longitudinal, et de lames d'un tissu cellulaire disposé transversalement. Cette zone n'est traversée par aucun rayon médullaire et ne peut être assimilée qu'aux couches de certains tissus subéreux. Ce tissu, qui peut sur les vieilles tiges acquérir une grande épaisseur, se trouve souvent séparé en grandes plaques charbonneuses qui entrent pour une forte proportion dans la constitution des couches de houille. Entre cette enveloppe corticale et le noyau médullaire se trouve le bois, ordinairement beaucoup plus altéré que l'écorce, se présentant sous forme de fragments de fusain, dont M. Grand'Eury a pourtant pu apprécier au microscope quelques-uns des caractères les plus importants, qui le portent à considérer ce tissu ligneux comme ne différant pas de celui des bois silicifiés de cette époque qu'on a nommés *Dadoxylon*, et qu'on avait rapportés à la famille des Conifères.

M. Grand'Eury signale bien quelques différences dans les divers bois de ces tiges de *Cordaïtes* qui pourraient indiquer des genres distincts ; mais dans des observations de ce genre il faut bien faire la part des altérations que les tissus ont éprouvées, et ne pas donner trop d'importance à des différences qui, d'après l'étude des bois silicifiés, peuvent se présenter dans les diverses parties plus ou moins modifiées d'un même échantillon.

Tous ces bois ont une structure très-analogue à celle des bois des Conifères, et viennent ainsi confirmer l'analogie que leurs feuilles présentaient avec quelques arbres de cette famille,

D'après l'ensemble des observations de M. Grand'Eury, les *Cordaïtes* étaient souvent de grands arbres de 20 à 30 mètres, et peut-être plus, d'élévation, à tige droite et nue, surmontée par des branches très-ramifiées, terminées chacune par un bouquet de longues feuilles rappelant par leur forme celles des *Yucca* et des *Dracœna;* ou dans d'autres cas, plus courtes, elliptiques et ressemblant d'une manière frappante, par leur forme et leur nervation, à celles du *Dammara ovata* et du *Dammara Brownii* des régions australes. Ces tiges se terminent inférieurement par des souches donnant naissance à de grosses racines ramifiées, exactement comme celles de nos arbres dicotylédonés.

Pour compléter cette restitution, il faudrait connaître les organes de reproduction de ces arbres.

Examinons les résultats des recherches de M. Grand'Eury à cet égard.

Déjà depuis longtemps on a signalé dans le terrain houiller des empreintes qu'on a considérées comme des inflorescences, comparées par quelques auteurs à celles des plantes phanérogames de diverses familles, Palmiers (Gœppert), Broméliacées (Lindley), etc. Goldenberg les a considérées comme des chatons mâles, et, d'après leur gisement, il les attribue à des fructifications de *Cordaïtes*. M. Grand'Eury en indique des formes très-diverses, dont il a vu quelques-uns sortir du milieu des feuilles de certains rameaux de *Cordaïtes*, et il est porté à admettre que les uns, formant des épis distiques, portant des petits corps charnus, seraient des inflorescences femelles; les autres, donnant naissance à de nombreux petits rameaux secondaires, sortes de gemmes latérales, correspondraient à des chatons mâles.

Cette dernière supposition nous paraît, d'après l'examen des échantillons, encore fort douteuse, rien n'indiquant la présence d'anthères, et ces épis pouvant appartenir à une autre forme de fructifications femelles, propre à d'autres espèces ou à des genres différents. La première forme d'inflorescence porte à l'aisselle de bractées étroites de jeunes graines; dans quelques cas, ces graines ont déjà pris un certain développement et rentrent dans la forme de quelques-uns des fruits qu'on a désignés sous le nom de *Cardiocarpus* ou de *Cyclocarpus;* fruits qui, avec de nombreuses modifications spécifiques, se rencontrent dans les mêmes couches, et sont ainsi en rapport avec les espèces nombreuses et très-variées de *Cordaïtes* reconnues dans ce terrain. M. Grand'Eury est donc conduit à considérer les fruits désignés sous ce nom de *Cardiocarpus*, dont on peut à peine distinguer ceux qu'on a nommés *Cyclocarpus*, comme les fruits de *Cordaïtes*. Cette opinion vient d'être confirmée par une observation d'un naturaliste écossais, M. Peach, insérée dans l'un des derniers numéros des *Transactions de la Société botanique d'Edimbourg*. Ce naturaliste a en effet trouvé des inflorescences tout à fait semblables, dit-il, à celles de l'*Antholites Pitcairniæ*, et sur l'une d'elles des fruits encore attachés d'un *Cardiocarpus;* le tout contenu dans les couches des mines de charbon de Falkirk, en Écosse, avec une grande abondance de feuilles de *Cordaïtes* (*Flabellaria borassifolia* Sternb.).

On peut donc considérer les arbres du genre *Cordaïtes* comme reconstitués dans leur ensemble, depuis les racines jusqu'aux rameaux et aux feuilles, avec leurs inflorescences jeunes et adultes, et peut-être mâles et femelles, et nous montrant la structure de leur écorce, de leur bois et de leur moelle.

Quelles analogies ces diverses parties indiquent-elles? Les organes de la végétation semblent caractériser des arbres semblables aux *Dammara* et à certains *Podocarpus* (*P. latifolia*) de la classe des Conifères; les inflorescences et les graines semblent, d'un autre côté, pouvoir se rapporter à la famille des Taxinées, appartenant à cette même classe. Qu'on suppose en effet l'espèce de capitule formé par les fleurs femelles d'un des *Cephalotaxus* du Japon, plus allongé, les bractées florifères plus espacées, et l'on aura l'inflorescence femelle d'un *Cordaïtes;* que l'on compare les nucules d'un *Taxus*, d'un *Torreya,* ou les graines drupacées d'un *Gingko* aux *Cardiocarpus* et aux *Cyclocarpus*, et l'on reconnaîtra une analogie très-marquée entre ces graines fossiles et celles de ces Taxinées; la forme de leur sommet et leur symétrie parfaite indiquant le plus souvent une graine orthotrope plus ou moins comprimée.

D'autres formes de fruits, fréquents dans la plupart des terrains houillers, et surtout à Saint-Étienne, où ils sont indiqués avec soin par M. Grand'Eury, paraissent pour la plupart partager ce caractère de graines droites, orthotropes. Se rapportent-elles aux formes diverses de *Cordaïtes*, ou plutôt appartiennent-elles à d'autres genres de la flore houillère qui rentreraient tous dans la même classe que les *Cordaïtes?* Les *Noggerathia* n'auraient-ils pas pour fruits les *Rhabdocarpus*, les *Sigillaria* les *Trigonocarpus*, les *Calamodendron* les *Samariopsis?* C'est ce que de nouvelles découvertes pourront seules établir, mais ce qu'on peut soupçonner sans donner pour le moment trop de valeur à ces attributions.

Les Sigillariées, quoique moins fréquentes à Saint-Étienne que les familles précédentes, ont cependant donné lieu à des observations intéressantes.

Les *Sigillaria* qui se présentent le plus souvent dans les couches de Saint-Étienne appartiennent à la section des *Leioderma* et des *Clathraria*, c'est-à-dire des *Sigillaria* dont la surface des tiges n'est pas marquée de côtes longitudinales avec cicatrices espacées. Parmi les premières, le *Sigillaria lepidodendrifolia*, avec ses longues feuilles souvent désignées comme des *Cyperites*, est le plus fréquent et présente des tiges de 3 mètres.

Parmi les secondes on trouve surtout le *Sigillaria Brardii*, que M. Grand'Eury a trouvé dans plusieurs localités sous forme de tiges encore couvertes de feuilles linéaires nombreuses, et portant des épis de fructifications. Malheureusement ces fructifications sont tellement altérées dans les échantillons recueillis jusqu'à ce jour à Saint-Étienne, qu'on ne peut reconnaître leur véritable organisation. Dans des échantillons observés à Saarbrück, M. Goldenberg a cru voir des sporanges renfermant des macrospores; ne sont-ce pas plutôt des écailles portant des anthères simples, comme dans les Cycadées ?

L'organisation et le mode de végétation des tiges des Sigillariées semble en effet devoir les classer parmi les Dicotylédones gymnospermes, près des Cycadées ; leurs rameaux ont montré une structure exogène dont on n'a aucun exemple parmi les Cryptogames; leurs tiges donnent naissance, à leur base, à de grosses racines ramifiées s'étendant horizontalement, ayant un cylindre vasculaire et produisant de nombreuses radicelles simples ou bifurquées : ce sont les *Stigmaria*. M. Grand'Eury n'a pas eu l'occasion de voir des bases de tiges des *Sigillaria*, ni de constater leur relation avec les *Stigmaria*, fréquents à Saint-Étienne; mais il a distingué sous le nom de *Stigmariopsis* une autre forme de racines fort analogues aux *Stigmaria* et qu'il considère comme les racines des *Syringodendron*, grandes tiges encore assez mal connues, mais dont il serait difficile de nier les rapports avec les *Sigillaria*, dont on les a longtemps considérés comme une simple altération.

Ces *Syringodendron* ont été trouvés sous forme de tiges volumineuses dans leur position dressée, et se continuant à leur base en de fortes racines ramifiées à la manière de celles des *Stigmariopsis*. Cette forme de racines, dont on ne trouve aucun exemple parmi les Cryptogames, qui paraît même incompatible avec le mode de développement de ces plantes qui ne produisent jamais que des racines adventives, vient à l'appui des observations sur la structure interne des tiges de ces végétaux, pour les ranger près des Cycadées et bien loin des Lycopodiacées, auxquelles quelques paléontologistes croient devoir les assimiler, en se fondant sur des observations bien incertaines sur la nature de leurs fructifications.

Un dernier groupe complète la flore de l'époque houillère à Saint-Étienne ; il comprend les plantes à feuilles verticillées, désignées souvent sous le nom d'Astérophyllitées, renfermant essentiellement les genres *Asterophyllites*, *Annularia* et *Sphenophyllum*.

Les *Asterophyllites*, ou du moins la plupart d'entre elles, paraissent être les rameaux feuillés des *Calamodendron*. Quelques espèces cependant s'en distinguent peut-être et resteront auprès des *Annularia*. Celles-ci et les *Sphenophyllum* sont des plantes herbacées et probablement aquatiques, flottantes ou en partie submergées ; les observations d'un grand nombre de paléontologistes ont bien établi, depuis quelques années, que les fructifications de ces plantes consistaient en longs épis formés de verticilles rapprochés de feuilles florales ou bractées, à l'aisselle desquelles on trouvait des corps arrondis dont la nature n'a pas été bien déterminée ; ces épis avaient été désignés sous les noms de *Bruckmannia* et de *Wolkmannia*.

M. Grand'Eury a trouvé fréquemment à Saint-Étienne l'*Annularia longifolia*, et récemment il l'a encore rencontré, réuni à de nombreux et longs épis de ces fructifications connues sous le nom de *Bruckmannia tuberculata*. D'après lui, les conceptacles arrondis placés entre les verticilles de bractées seraient fixés à des pédicules naissant de la tige elle-même au milieu de l'intervalle qui sépare les verticilles, et ne seraient pas réellement axillaires (1).

A cet ensemble d'observations sur la structure générale et les

---

(1) L'examen des échantillons qui nous ont été adressés par M. Grand'Eury nous a permis de constater un fait que nous croyons devoir consigner ici.

Ces épis montrent, renfermés dans quelques-uns des corps sphériques placés entre les bractées verticillées, des corps qu'on a trouvés isolés en grande abondance dans ces mêmes couches, et qu'on a considérés comme des macrospores appartenant à la fructification des *Sigillaria*. Ces macrospores, bien caractérisées, ont un peu plus d'un millimètre de diamètre, et, d'après leur dimension et leur forme, on peut supposer qu'elles étaient renfermées au nombre de quatre dans chaque sporange. Elles semblent se trouver affinités des principales formes de végétaux du terrain houiller de Saint-Étienne, M. Grand'Eury a joint un examen très-attentif des différences spécifiques qu'il signale dans son mémoire et dans ses suppléments, et qui lui permettront de tracer avec précision le tableau de la végétation pendant cette période.

Mais cette période, dont on ne saurait fixer la durée, comprend elle-même diverses époques successives correspondant au dépôt de chacune des couches de houille, et nous avons maintenant à signaler les résultats généraux des études de M. Grand'Eury sur la répartition des végétaux fossiles dans ces diverses couches du terrain houiller de Saint-Étienne, et, par conséquent, sur le mode de succession des différentes formes végétales pendant la période, probablement fort longue, de la formation des houilles de ce bassin.

Les recherches de paléontologie végétale si approfondies auxquelles M. Grand'Eury s'est livré avaient eu en effet pour but, à leur origine, de constater si la nature des végétaux fossiles qui accompagnent les couches de houille ne permettraient pas de déterminer l'âge et la position de ces couches d'une manière indépendante de leurs relations stratigraphiques, résultat qui aurait une grande importance pour l'exploitation de la houille, surtout dans des terrains aussi accidentés que ceux du bassin de Saint-Étienne.

Après avoir établi que l'ensemble des couches de ce bassin, ainsi que celles des autres terrains houillers du centre et du midi de la France, appartiennent à une période géologique plus récente que ceux du nord de la France et de la Belgique, et se lient intimement à la formation permienne qui leur succède

---

surtout dans les sporanges placés vers la base des épis, soit que les macrospores des sporanges supérieurs, moins développées, ne fussent pas distinctes, soit que ces sporanges supérieurs ne continssent que des microspores, comme cela a lieu dans les épis des *Lepidodendron* et des *Selaginella*. Ces plantes sont-elles l'origine unique des macrospores trouvées en grande quantité dans certaines couches du terrain houiller de Saint-Étienne, et doit-on leur attribuer celles qu'on a trouvées en Allemagne et en Angleterre, et qui ont contribué à faire considérer les *Sigillaria* comme des plantes cryptogames voisines des *Lepidodendron* ? C'est une question que l'examen de nouveaux épis de fructification de *Sigillaria* pourra seul résoudre. » (Ad. B.)

immédiatement, M. Grand'Eury résume ainsi ce qui concerne spécialement le terrain houiller de Saint-Étienne à ce point de vue :

« L'inventaire fait dans le département de la Loire de tous les débris de plantes fossiles, à tous les niveaux et dans toute son étendue, dénote des changements lents, mais constants, de la flore, qui peuvent servir à caractériser des étages naturels.

» Le terrain de Rive-de-Gier est un étage ambigu, participant des flores supérieures stéphanaises et des flores inférieures septentrionales.

» Le système stéphanais lui-même appartient à divers étages établis sur des différences notables de flore et de végétation. Ces étages se manifestent également dans les autres bassins qui entourent le massif central de la France ; ils sont naturels, et permettent de déterminer avec beaucoup de certitude la position et l'âge relatif des terrains carbonifères du centre de la France. »

A Saint-Étienne, les couches de houille exploitées sont au nombre de quinze et comptées de haut en bas, depuis celles du Treuil jusqu'à celles de la Chazotte et de Saint-Chamond, sans y comprendre quelques couches plus supérieures, à Rochette et à Avaize.

Ces couches se succèdent quelquefois à peu d'intervalles, formant des sortes de faisceaux de couches séparés les uns des autres par de grandes épaisseurs (120 à 200 mètres) de terrain stérile, ou ne renfermant que de petites veines de charbon.

Dans les couches inférieures, ce sont les *Cordaïtes* qui prédominent et donnent leur nom à cet étage.

Dans les couches moyennes, les Fougères sont les végétaux les plus abondants et les plus variés.

Les Calamites, les *Calamodendron*, les *Annularia*, caractérisent plus particulièrement l'étage supérieur.

Les Fougères, quoique prédominantes dans les couches moyennes, existent dans toutes ; mais elles varient quant aux espèces et souvent quant aux genres, et peuvent, par leur détermination exacte, fournir des indications précieuses pour établir la position des couches qui les renferment.

M. Grand'Eury est parvenu ainsi à établir d'une manière plus certaine qu'on ne l'avait fait précédemment la position, dans la série générale, des couches exploitées dans les divers travaux isolés du bassin de Saint-Étienne.

Par suite de cette étude approfondie de la flore fossile du département de la Loire et de l'examen des fossiles d'autres bassins houillers, ce savant ingénieur a pu assimiler aux divers étages du bassin de Saint-Étienne les couches de houille exploitées dans d'autres localités. Ainsi les mines de Brassac et celles de Blanzy correspondent, suivant lui, aux couches inférieures ou étage des *Cordaïtes* de Saint-Étienne. L'étage moyen, ou des Filicacées, se présente à Bessége (Gard), au Bousquet (Hérault), à Commentry (Allier). On retrouverait l'étage supérieur de Saint-Étienne à Saint-Bérain (Saône-et-Loire), et des couches peut-être plus récentes à Decazeville (Aveyron).

Cette assimilation des diverses formations locales du terrain houiller de la France centrale aux différents étages d'un type bien étudié serait, sans aucun doute, une des applications les plus intéressantes de la paléontologie végétale à la géologie et à l'exploitation même des mines de houille.

M. Grand'Eury se propose de compléter, par de nouvelles explorations de nos principaux bassins houillers, les résultats auxquels il est déjà parvenu, et qui concordent du reste parfaitement avec les notions plus ou moins étendues que nous possédions déjà sur la flore fossile de ces diverses localités.

Nous n'avons pu dans ce rapport, malgré son étendue, présenter qu'une analyse bien incomplète des points les plus importants traités par M. Grand'Eury, et nous avons été obligé de passer sous silence bien des considérations intéressantes exposées par lui ; mais on voit qu'il résulte des recherches continuées avec tant de persévérance et de sagacité par M. Grand'Eury, une connaissance beaucoup plus complète de la végétation qui a produit les terrains houillers, et plus particulièrement ses étages supérieurs.

Les Fougères arborescentes et les frondes gigantesques de certains genres de cette famille sont mieux connus dans l'ensemble de leur végétation et de leurs caractères.

Les vraies Calamites sont complétement assimilées aux Équisétacées par l'observation de leur mode de végétation et de leur structure interne.

Les Calamodendrées sont nettement distinguées des Calamites ; elles sont plus complétement reconstruites dans leurs diverses parties, et rattachées d'une manière plus certaine aux végétaux dicotylédonés voisins des Conifères et des Cycadées.

Le genre *Cordaïtes*, sur lequel on n'avait que des notions imparfaites, a été étudié dans toutes ses parties, et ces grands arbres viennent évidemment se ranger dans la classe des Conifères, où ils formeront un groupe spécial tenant aux Abiétinées, et surtout aux *Dammara*, par leurs organes végétatifs, et aux Taxinées par leur mode de fructification.

Les observations de M. Grand'Eury sur d'autres groupes de végétaux, les *Sigillaria* et *Stigmaria*, les *Annularia* et les *Sphenophyllum*, sans avoir la même importance, ajoutent cependant des faits intéressants à ceux que nous connaissions.

Enfin, l'étude qu'il a faite du mode d'association des diverses espèces et de leur ordre de succession, fournit un nouveau moyen d'établir la corrélation des diverses couches de ces terrains ; résultat important pour la Géologie et pour l'exploitation des mines.

Sous tous les rapports, le travail si étendu de M. Grand'Eury nous paraît un des plus importants qui aient été faits sur ur sujet aussi difficile.

Ce savant a très-habilement profité de la situation favorable à ses recherches que lui procurait sa position comme ingénieur, qui le mettait en rapport avec toutes les exploitations du bassin de Saint-Étienne. Il a pu ainsi étudier sur place les nombreux fossiles végétaux qui s'y rencontrent, et il s'est acquitté de cette tâche avec une exactitude et une sagacité dignes d'éloges, recueillant avec soin les échantillons souvent les moins apparents, mais les plus intéressants pour l'étude.

Enfin, par la connaissance très-étendue qu'il possède de tout ce qui a été publié sur ce sujet, il a pu donner à ses recherches la direction la plus utile, et comparer ses observations à celles des savants qui l'avaient précédé.

L'Académie ne saurait trop encourager des recherches qui ont donné déjà des résultats si intéressants ; son approbation engagera l'auteur à les poursuivre et à éclaircir les points encore obscurs qu'il signale lui-même.

Il est vivement à désirer que ce grand travail et les dessins nombreux qui l'accompagnent soient promptement publiés, et, si l'auteur n'en fait pas l'objet d'un ouvrage spécial, nous proposons à l'Académie d'en voter l'insertion parmi les *Mémoires des savants étrangers.*

NOTE

SUR LES DIVERS MODES DE NERVATION DE L'OVULE ET DE LA GRAINE,

Par M. Ph. VAN TIEGHEM (1).

J'ai montré, il y a deux ans (2), que le système libéro-vasculaire de l'ovule et de la graine ne possède qu'un seul plan de symétrie, ce qui prouve la nature foliaire du corps reproducteur. Comme il était établi, par un travail antérieur, que ce corps s'insère toujours sur la feuille carpellaire, il est résulté du rapprochement de ces deux faits que l'ovule n'est pas une feuille entière, mais seulement un lobe plus ou moins grand de la feuille qui le porte. Depuis lors je me suis appliqué à suivre le mode de distribution des faisceaux libéro-vasculaires dans l'ovule et dans la graine, en d'autres termes, le mode de nervation du lobe foliaire transformé, et j'y ai découvert, sous ce caractère général de n'avoir jamais qu'un seul plan de symétrie, des différences nombreuses et caractéristiques que je me propose d'indiquer ici, en les groupant autour de quelques types principaux.

Ovules et graines anatropes. — Supposons d'abord que l'ovule n'ait qu'une enveloppe, ou, s'il en a deux, admettons, comme cela a lieu dans la grande majorité des cas, que la membrane externe seule renferme les faisceaux libéro-vasculaires. Cela posé, ou bien le faisceau du funicule, une fois entré dans l'ovule au hile, rampe dans l'enveloppe sans se ramifier, ou bien il s'y divise.

Si le faisceau ne se ramifie pas, il se comporte de plusieurs manières. Tantôt il parcourt tout un côté de l'ovule, pour venir se terminer brusquement sous le centre du cercle d'insertion du nucelle sur la membrane, cercle d'insertion qu'on nomme la *chalaze;* il forme ce qu'on appelle le *raphé.* C'est là pour ainsi dire le cas moyen. Ailleurs, en effet, le faisceau ne chemine que jusque vers la moitié de la longueur de la graine, et il s'y arrête court, ou bien même il s'éteint immédiatement après avoir pénétré dans la membrane ; de sorte que le raphé, qui ne se développait qu'à moitié tout à l'heure, n'existe plus du tout maintenant. Dans d'autres végétaux, au contraire, le faisceau parvenu sous le centre de la chalaze se prolonge au delà, et se relève sur le côté opposé de la graine, pour venir se terminer brusquement vers le tiers ou la moitié de la hauteur (*Hedera, Bauhinia*, etc.), ou bien même il remonte ainsi jusqu'au bord même du micropyle, en entourant la graine d'une anse vasculaire (Cucurbitacées, *Acacia*, *Diospyros*, *Syringa*, *Symphoricarpos*, etc.).

---

(1) *Comptes Rendus,* t. LXXIII, 14 août 1871.

(2) *Ibid.*, t. LIX, p. 289, juillet 1869.

Si le faisceau se divise, on observe des différences, et dans le point où la ramification s'opère et dans le mode qu'elle suit. Ainsi le faisceau rampe souvent sur tout un côté de la graine pour se diviser sous la chalaze suivant le mode palmé, et de deux manières : tantôt c'est en formant seulement, dans la zone interne de la membrane, une griffe ou une cupule vasculaire qui ne dépasse que fort peu la base du nucelle ; ce mode de division est fréquent et paraît le seul connu ; tantôt c'est en produisant un certain nombre de branches puissantes (deux dans les *Ceratonia*, etc., trois dans les *Helianthus*, etc., cinq dans les *Fraxinus*, *Ligustrum*, etc., dix à quinze dans les *Quercus*, *Fagus*, *Theobroma*, *Guilandina*, etc.) qui se relèvent dans la zone moyenne de l'enveloppe jusqu'au bord même du micropyle, en demeurant simples, ou en se bifurquant, ou en se ramifiant en nervation pennée ; si ces branches s'anastomosent fréquemment, le mode palmé passe au réticulé. Mais ailleurs le centre de cette ramification palmée ou réticulée se trouve rejeté en deçà ou au delà de la chalaze. Dans le premier cas, le raphé ne descend que jusque vers le milieu de la graine pour se diviser sur le flanc de l'organe en un certain nombre de branches palmées (*Corylus*, *Amygdalus*, *Cerbera*, etc.), ou bien il se raccourcit encore davantage (*Olea*), ou bien encore il devient nul parce que le faisceau se divise au hile même, en formant un collier autour du micropyle (*Tropæolum*, *Canna*, etc.). Dans le second cas, le raphé remonte sur la face opposée de la graine, et il se ramifie soit vers le milieu de cette face, soit même au voisinage du micropyle.

Outre ces modes palmé et réticulé, on voit quelquefois le faisceau du raphé, soit qu'il s'arrête à la chalaze ou qu'il se relève jusque vers le micropyle, émettre successivement des branches latérales en nervation pennée (*Inga*, etc.). Enfin, dans certaines plantes, les modes penné et palmé coexistent pour les branches principales; le faisceau y émet d'abord des branches latérales pennées, puis, arrivé sous la chalaze, il s'y partage en rameaux palmés (Café, etc.).

Nous avons admis jusqu'à présent que si l'ovule a deux enveloppes, le système vasculaire est tout entier compris dans la membrane externe; c'est, en effet, ce qui a lieu le plus souvent. Quelquefois cependant le faisceau du raphé, après avoir rampé dans l'enveloppe externe jusque sous la chalaze, se relève brusquement et pénètre dans la seconde membrane où il se ramifie. Dans ces conditions, je n'ai rencontré jusqu'ici que le mode de ramification en forme de coupe chalazienne, s'opérant dans la zone interne de cette seconde membrane et ne s'y étendant que sous la base d'insertion du nucelle. Si cette base est étroite, on n'a qu'une petite griffe vasculaire (*Mercurialis*); si elle est plus large, c'est une cupule (*Euphorbia*); enfin si le nucelle fait corps avec la membrane dans toute sa moitié inférieure, les faisceaux vasculaires s'étendent à mesure et la cupule prend la forme d'un dé à coudre, comme M. Gris l'a montré dans le Ricin.

Ovules et graines orthotropes. — Si le faisceau ne se divise pas, il s'arrête sous le centre de la chalaze. S'il se ramifie, c'est toujours suivant le mode pelté, mais de plusieurs manières. Ici la division a lieu exclusivement dans la zone interne de la membrane, et les branches ne s'étendent que sous la surface d'insertion du nucelle en formant, suivant les dimensions de cette surface, une griffe, une cupule (*Ephedra*), ou un dé à coudre (*Ginkgo*). Là, sans rien envoyer sous la chalaze, il produit plusieurs branches puissantes qui s'élèvent dans la zone moyenne ou externe de la membrane jusqu'au pourtour du micropyle; il y a ordinairement deux branches simples dans les *Taxus*, *Cephalotaxus*, etc.; il y en a vingt-quatre à vingt-huit divisées suivant le mode penné dans les *Juglans*. Ailleurs les deux modes coexistent. Le funicule donne trois branches à l'ovule, et pendant que les deux latérales se relèvent dans la zone externe de l'enveloppe jusqu'au micropyle, en demeurant simples (*Cycas*), ou bien en se trifurquant d'abord à la base pour se bifurquer encore plus tard et donner douze branches (*Zamia*, *Dioon*, etc.), la médiane se divise dans la zone interne de la membrane, et suivant le mode pelté, en nombreux rameaux qui rayonnent sur toute la surface d'adhérence du nucelle. L'enveloppe possède alors un double système vasculaire, comme on sait que cela arrive dans le limbe de certaines feuilles.

Ovules et graines campylotropes. — Parmi les ovules campylotropes, les uns paraissent provenir de la courbure d'ovules plus ou moins anatropes, et ils ont la chalaze écartée du hile, tandis que les autres ont la base du nucelle superposée au hile, et sont pour ainsi dire des ovules orthotropes arqués. Dans les premiers, nous retrouvons les divers modes de nervation des ovules anatropes. Tantôt le faisceau ne s'y divise pas, et alors, ou bien il parvient jusqu'à la chalaze où il se termine brusquement (*Ononis*, *Caragana*, etc.), ou bien il s'arrête avant d'arriver à ce point (*Galega*, etc.), ou bien il se prolonge au delà et s'étend plus ou moins loin sur le côté convexe de la graine dans la direction du micropyle (Viciées). Ailleurs le faisceau se ramifie, soit en deçà de la chalaze et très-près du point d'insertion, en formant un collier vasculaire autour du hile (Phaséolées), soit beaucoup au delà (*Cicer*), soit enfin sous la chalaze même. Dans ce dernier cas, c'est tantôt en formant seulement une cupule sous la base du nucelle, tantôt en produisant des branches qui se répandent au loin dans la membrane, tantôt de ces deux manières à la fois. Dans les ovules et graines campylotropes à chalaze superposée au hile, si le faisceau ne se divise pas, il s'arrête sous le centre de la base du nucelle; s'il se ramifie, c'est ou bien seulement par une coupe chalazienne, ou bien par des branches palmées ou pennées (*Acer*), ou réticulées (*Æsculus*), qui suivent d'abord le côté convexe de l'organe et se répandent de là sur les faces latérales et jusqu'au voisinage du micropyle, ou bien encore de ces deux manières à la fois.

Telle est l'indication sommaire des principales différences que présente la nervation de l'ovule et de la graine. On voit, pour ne parler que du cas d'une enveloppe unique, que la membrane seule renferme les faisceaux libéro-vasculaires, tandis que le nucelle en est toujours dépourvu. La membrane représente le limbe sessile ou pétiolé du lobe foliaire transformé. Le nucelle en est une excroissance parenchymateuse ; une sorte de gros poil dressé perpendiculairement à la surface, sur laquelle il s'insère par un cercle plus ou moins étendu, tandis que le limbe se replie autour de lui en forme de sac ou de capuchon. Le sac embryonnaire est une cellule centrale de ce mamelon superficiel, allongée perpendiculairement à la surface du limbe et produisant les vésicules embryonnaires à son extrémité la plus éloignée. Dans la grande majorité des cas, le nucelle appartient à la face supérieure du limbe transformé, c'est-à-dire à la face vers laquelle sont tournés les vaisseaux de son système libéro-vasculaire ; mais quelquefois, comme on le voit dans les *Podocarpus*, *Cephalotaxus*, etc., c'est sur la face inférieure ou libérienne du limbe qu'il se trouve inséré. Dans tous les cas, le centre de sa base est situé sur la ligne médiane du lobe, et son axe, ainsi que celui du sac embryonnaire, soit qu'il demeure droit ou qu'il se recourbe par la suite du développement, est tout entier compris dans le plan de symétrie du segment. Mais la position que le mamelon superficiel occupe le long de cette ligne médiane, ainsi que le mode de nervation du limbe et la manière dont il se replie pour envelopper le nucelle, varient suivant les plantes, et c'est ce qui engendre, comme il est aisé de le concevoir, les diverses formes de l'ovule et de la graine, ainsi que les multiples combinaisons anatomiques que chacune d'elles présente.

On a pu voir, par les quelques exemples cités dans cette Note, que le mode de nervation de la graine ne demeure pas toujours constant dans la même famille de plantes, et qu'il se retrouve au contraire avec les mêmes caractères dans des groupes très-éloignés. Il y a donc lieu de rechercher la manière dont les genres d'une famille quelconque se répartissent entre les divers modes de nervation séminale signalés plus haut, et cette étude comparée fera l'objet de communications ultérieures.

RECHERCHES
SUR
LA NERVATION DE LA GRAINE

Par M. G. LE MONNIER,
Ancien élève de l'École normale supérieure, agrégé-préparateur à l'École.

INTRODUCTION.

L'objet du présent travail est l'étude des faisceaux libéro-vasculaires des enveloppes séminales. Je me suis particulièrement attaché à l'examen de la distribution de ces faisceaux, de leur mode de division, en un mot à l'étude de la nervation de la graine. Cette expression, empruntée à l'anatomie des feuilles, convient ici parfaitement, car les faisceaux des enveloppes séminales offrent tous les caractères essentiels des nervures d'une feuille, et cette analogie complète est un motif puissant pour modifier les idées généralement reçues au sujet de la nature morphologique de l'ovule et de la graine.

L'origine même des présentes recherches se lie étroitement à cette question morphologique. En effet, je les ai entreprises sur les conseils de M. Van Tieghem ; il s'était lui-même trouvé amené à traiter ce sujet, par suite de ses travaux sur la nature du pistil. Je ne saurais mieux faire, pour montrer l'enchaînement de ces idées, que de reproduire les propres paroles de M. Van Tieghem. Voici comment il s'exprime dans ses *Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires* (1) :

« Dans le mémoire précédent, nous n'avons suivi la course des
» faisceaux libéro-vasculaires du pistil que jusqu'aux points où
» ils pénètrent dans les ovules, et la nature du corps reproduc-

---

(1) *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XIII, p. 19.

» teur s'est trouvée déduite indirectement de la nature appendiculaire de son support et de la façon dont il s'insère sur ce
» support. Il nous faut maintenant, nous adressant directement
» à l'ovule et à la graine isolés, leur appliquer notre méthode,
» et chercher, en dehors de toute autre considération, à en
» déterminer la nature morphologique supposée inconnue. Pour
» cela, nous suivons la marche des faisceaux vasculaires à l'intérieur même du corps reproducteur, et jusque dans leurs
» ramifications les plus déliées ; nous cherchons d'abord celle
» des parties constitutives de l'ovule où ils se rendent, et ensuite
» la manière dont ils se ramifient dans cette partie ; nous étudions, en un mot, les divers modes de nervation de l'ovule
» et de la graine, tant en profondeur qu'en surface.

» Cette étude nous apprend d'abord que l'ovule, quelle que
» soit sa forme orthotrope, anatrope ou campylotrope, possède
» toujours dans l'ensemble de son système libéro-vasculaire un
» plan de symétrie, et n'en possède qu'un seul. Il est donc toujours de nature appendiculaire, jamais axile. Comme on sait
» d'ailleurs, par le chapitre précédent, que son système vasculaire ne s'implante pas directement sur l'axe, mais qu'il s'insère toujours sur un autre système également appendiculaire,
» dont il n'est qu'une dépendance, on voit que l'ovule n'est pas
» un appendice entier et autonome, mais seulement une partie
» de la propre substance de l'appendice qui le porte, un lobe
» plus ou moins grand de la feuille carpellaire, transformé pour
» envelopper et protéger le sac embryonnaire et pour aider à sa
» fécondation. »

On voit, d'après cette citation, que l'étude des faisceaux de la graine s'est offerte à M. Van Tieghem comme une application particulière de la méthode anatomique qu'il a inaugurée par ses *Recherches sur la structure du pistil* (1). De cette application est sortie une démonstration imprévue de la nature morphologique des enveloppes de l'ovule. Quant à la nature du nucelle, M. Van Tieghem l'expose dans le même ouvrage de la manière sui-

---

(1) *Ann. sc. nat.*, 5e série, t. IX, p. 127.

vante (1) : « Le sac embryonnaire est la cellule centrale d'un
» mamelon conique ou d'une sorte de gros poil inséré en géné-
» ral sur la surface supérieure, mais quelquefois aussi sur la face
» inférieure du lobe carpellaire transformé ; l'axe de cette
» cellule, soit que le mamelon dont elle fait partie demeure
» droit ou qu'il s'incurve par la suite du développement, est
» et demeure tout entier contenu dans le plan de symétrie du
» lobe, et enfin cet axe est dressé perpendiculairement à la
» surface du segment, de manière à présenter un de ses pôles
» vers l'ouverture du limbe replié en urne autour du mamelon,
» et l'autre vers le centre du cercle d'insertion du mamelon. »

Cette théorie si simple et si lucide, qui complète par l'étude de l'ovule les résultats fournis par celle de l'ovaire, repose sur des observations nombreuses ; mais son importance faisait désirer une étude plus détaillée que celle que M. Van Tieghem a résumée dans une note présentée à l'Académie des sciences dans la séance du 14 août 1871 (2). M. Van Tieghem a bien voulu me permettre de poursuivre ces recherches ; je les ai accomplies sous ses yeux, au laboratoire de botanique de l'École normale. Qu'il me soit permis d'exprimer ici publiquement à M. Van Tieghem ma profonde reconnaissance pour les bienveillants conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer et dont mon travail tirera sans doute son plus grand prix.

L'historique de la question que je traite est très-simple : nulle part en effet, je n'ai trouvé d'étude générale relative aux faisceaux libéro-vasculaires des enveloppes de la graine. Ce point d'anatomie végétale n'a jamais été traité que d'une manière incidente, au milieu de recherches dirigées vers un tout autre objet. On s'explique facilement d'ailleurs l'inattention des botanistes, en remarquant que la graine a été surtout étudiée au point de vue physiologique ou purement descriptif et taxinomique. Dans le premier cas, le mode de développement des parties, soit avant, soit après la fécondation, le mécanisme de la fécondation elle-même, celui de la germination, absorbaient tout l'intérêt, et la structure anatomique des parties protectrices de la graine passait inaperçue. Pour les botanistes descripteurs, le mode de nervation était un caractère trop difficile à apercevoir dans beaucoup de cas, pour devenir d'un usage habituel. Cependant il offre une variété assez grande et, le plus souvent, une constance assez remarquable pour recevoir son application dans la distribution des genres d'une famille en groupes assez naturels.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 23.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, et dans le présent volume, p. 228.

Le premier exemple de nervation qui ait été étudié est fourni par le Haricot. Mirbel a donné de cette nervation une figure très-grossie (1); mais cette figure, ainsi que la description qui l'accompagne, sont loin d'être exactes. Mirbel admet que les faisceaux de l'enveloppe séminale ne sont pas en communication avec ceux du funicule, disposition tout à fait inexplicable, si elle était réelle. Il décrit, en outre, autour du micropyle une sorte de collier vasculaire, qui n'eixste pas en réalité, non plus que les faisceaux qu'il figure sur le bord de la graine, au-dessus et au-dessous de la tache hilaire.

Mirbel aurait sans doute évité ces erreurs si, au lieu de faire l'étude d'une graine isolée, il avait pu s'éclairer par la comparaison avec d'autres exemples. En premier lieu, la continuité des faisceaux du funicule avec ceux de la graine est rendue nécessaire par les lois physiologiques les plus certaines, et si elle peut être difficile à constater sur la graine mûre, elle est bien évidente dans l'ovule. Quant au collier micropylaire, il n'existe dans aucune des graines que j'ai pu étudier ; on voit très-exactement, dans la plupart des cas, que les bords de cette ouverture sont purement cellulaires ; les dernières ramifications des faisceaux qui entrent dans la graine par le hile convergent souvent vers le micropyle, mais sans jamais l'atteindre.

Malgré ces critiques, je dois reconnaître que Mirbel a, dans cette même question, pressenti l'importance de l'étude anatomique du système vasculaire, véritable squelette des organes végétaux, et a apporté dans les descriptions qu'il en a faites plus de soins que quelques-uns de ses successeurs.

---

(1) *Mém. de l'Institut*, 1808, p. 305, pl. 1 et 2.

Dans ses *Nouvelles recherches sur la structure et le développement de l'ovule végétal* (1), il figure la nervation de plusieurs ovules ou graines, notamment chez les *Myrica pensylvanica* (2), *Corylus Avellana*, *Quercus Robur*, *Juglans regia* (3). Dans ce nouveau travail, les faits sont plus exactement indiqués. La dépendance entre les faisceaux du funicule et ceux de la graine est reconnue ; cependant il y a quelques erreurs à signaler, une en particulier au sujet de la graine de *Lunaria annua* (4). Mirbel figure sur l'enveloppe de cette graine des nervures qui divergent au nombre de cinq sur chaque face en affectant une disposition digitée. En réalité, on observe bien quelque chose de semblable et l'on voit sur la graine des lignes colorées en brun foncé, conformément à la figure. Mais ce ne sont pas de vraies nervures, il n'y a là aucun faisceau vasculaire, aucune trachée, élément anatomique constant des faisceaux de la graine.

Dans les *Eléments de botanique* du même auteur, on retrouve une inexactitude analogue au sujet de la graine de *Citrus medica* (5) ; les saillies réticulées qui sillonnent la surface de cette graine sont prises pour des nervures, et le véritable système vasculaire, placé dans une couche plus interne, possédant une forme beaucoup plus simple, n'est nullement mentionné. Ceci montre quelle réserve il faut apporter à l'étude des nervures dans un organe dont la surface peut présenter des cordons saillants plus ou moins accentués et de nature purement parenchymateuse. Le caractère auquel j'ai toujours eu recours pour reconnaître les vrais faisceaux, est la présence des trachées. Même sur des graines complétement desséchées, il est toujours facile de reconnaître ces organes, sans que, d'ailleurs, il y ait de distinction à faire entre les trachées déroulables et celles qui ne le sont pas, ces deux genres de vaisseaux étant parfaitement équivalents et se rencontrant dans la même position anatomique.

---

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1826, p. 609 et suiv.

(2) *Loc. cit.*, pl. 6, fig. 2.

(3) *Loc. cit.*, pl. 8, fig. 7, 12, 15 et 16.

(4) *Loc. cit.*, pl. 9, fig. 9.

(5) *Éléments de physiologie et de botanique*, pl. 53, fig. 5 C et 5 D.

Les successeurs de Mirbel ne font que reproduire ses indications, souvent même ils reviennent à des erreurs que Mirbel avait combattues. Ainis Aug. de Saint-Hilaire, dans sa *Morphologie végétale* (1), admet à tort que les faisceaux du funicule peuvent pénétrer dans le nucelle, ce qui n'arrive jamais. Il n'est pas surprenant d'ailleurs qu'Auguste de Saint-Hilaire, adoptant les théories de Schleiden sur la nature axile des placentas, et considérant avec lui l'ovule comme un bourgeon, se soit facilement laissé entraîner à voir des faisceaux dans le nucelle.

Beaucoup plus récemment M. Baillon a, dans son *Etude générale des Euphorbiacées* (2), décrit et figuré les faisceaux du spermoderme dans le *Cremophyllum spathulatum* (3) et dans le *Siphonia elastica* (4) ; mais ces descriptions sont incomplètes ; pour chacune de ces espèces, M. Baillon n'a vu qu'une partie du système vasculaire. Un fait très-remarquable lui a échappé complétement, et j'aurai occasion d'y revenir en parlant de cette famille des Euphorbiacées : c'est l'existence d'un double système vasculaire partagé plus ou moins également entre la primine et la secondine.

Le regrettable A. Gris, qu'une mort prématurée vient d'enlever à la science, a étudié avec soin l'anatomie de l'ovule et de la graine du *Ricinus communis*, pour préparer ses travaux sur la germination de cette plante (5). Il a donné une excellente figure de la nervation intérieure, mais, bornant ses études à une espèce où la nervation de la primine est peu développée, il l'a méconnue forcément.

J'arrive enfin au travail de M. Van Tieghem sur le sujet qui m'occupe (1). Dans cette note très-succincte, l'auteur rappelle qu'il a déjà montré que le système libéro-vasculaire de la graine ne possède qu'un seul plan de symétrie, ce qui prouve la nature foliaire du corps reproducteur. Comme un travail antérieur établissait que ce corps s'insère toujours sur la feuille carpellaire, il en résulte que l'ovule n'est pas une feuille entière, mais seulement un lobe plus ou moins grand de la feuille qui le porte. Passant ensuite à l'examen des différentes formes de graines, il s'occupe d'abord de celles qui proviennent d'ovules anatropes.

---

(1) *Morphologie végétale*, p. 539.

(2) Baillon, *Euphorbiacées*, p. 188, pl. 3 et 15.

(3) *Loc. cit.*, pl. 3, fig. 26 et 27.

(4) *Loc. cit.*, pl. 9, fig. 11.

(5) *Ann. des sc. nat.*, 4^{e} série, t. XV, p. 5, et t. XVII, p. 312, pl. 15.

Il signale des graines dont le raphé vient se terminer brusquement sous la chalaze après avoir parcouru un des côtés de l'ovule. Ailleurs le raphé se termine avant d'avoir atteint la chalaze ; quelquefois, enfin, il peut dépasser cette région et se prolonger plus ou moins loin sur le côté opposé de la graine, de manière à atteindre jusqu'au micropyle : dans les graines citées par l'auteur, pour ce premier paragraphe, le raphé est simple dans toute sa longueur et dépourvu de ramifications.

Si, au contraire, le faisceau se divise, sa division peut se produire suivant le mode palmé, le point de divergence des nervures secondaires coïncidant ou non avec la chalaze et les branches se dirigeant vers le micropyle. Ce mode de division est le plus fréquent, et il présente d'assez nombreuses variations. Dans d'autres graines, le raphé émet des branches latérales en nervation pennée, soit seules, soit coexistant avec des nervures palmées à l'extrémité du raphé.

M. Van Tieghem aborde ensuite la famille des Euphorbiacées, et il y constate le partage des faisceaux entre les deux membranes, mais sans citer les exemples les plus frappants de cette curieuse disposition.

Pour les graines orthotropes, le mode de ramification est beaucoup plus simple ; le hile et la chalaze étant superposés, il n'y a point de raphé. Si le faisceau présente des ramifications, elles sont toujours disposées suivant le mode pelté. Certaines Gymnospermes présentent, comme les Euphorbiacées, un double système vasculaire, et cette disposition concorde chez les unes et les autres avec la soudure du tégument au nucelle; mais tandis qu'il y a toujours deux membranes distinctes chez les dernières, il n'y en a ordinairement qu'une chez les premières.

---

(1) Voy. page 223.

Arrivant enfin aux graines campylotropes, M. Van Tieghem remarque, avec juste raison, que certaines d'entre elles, particulièrement celles des Légumineuses, se rattachent de très-près aux graines anatropes, tandis que d'autres ont plus de rapport avec les graines orthotropes. Il retrouve d'ailleurs, dans ces formes à embryon courbe, les mêmes particularités de nervation que dans les graines à embryon droit.

En terminant, M. Van Tieghem précise, comme nous l'avons indiqué plus haut, sa manière de voir au sujet de la constitution de l'ovule.

L'analyse de cette communication peut servir en quelque sorte de programme au travail que j'ai entrepris. Cependant j'ai cru utile d'ajouter quelques details sur la constitution histologique des faisceaux libéro-vasculaires de la graine et des membranes qu'ils parcourent. C'est l'objet de mon premier chapitre.

Dans le second chapitre, j'examine un certain nombre de types de nervation en cherchant à les classer de la manière la plus naturelle.

Enfin, un troisième chapitre est consacré à une discussion approfondie de l'interprétation morphologique de l'ovule, discussion qui entraîne l'examen historique des différentes doctrines proposées pour cet objet.

Les échantillons de graines que j'ai analysés pour ces recherches m'ont été fournis en partie par la collection de l'École normale; mais le plus grand nombre est dû à l'obligeance de M. Decaisne, qui a bien voulu me permettre de puiser dans la riche collection de graines recueillies par ses soins au Jardin des plantes. Je le prie d'agréer l'expression de ma vive gratitude.

CHAPITRE PREMIER.

HISTOLOGIE DES ENVELOPPES DE LA GRAINE.

Je n'ai point l'intention, dans ce qui va suivre, de traiter complétement de la structure des enveloppes séminales. Les nombreuses variations que ces organes présentent dans la graine mûre nécessiteraient une trop longue description, si l'on voulait entrer dans les détails de leur structure anatomique ; le rôle protecteur qu'elles ont à remplir fait que souvent elles présentent des couches d'une grande solidité, constituées par des cellules épaisses d'une forme plus ou moins singulière et surtout très-variable. Le but que je me propose surtout est de déterminer l'origine des enveloppes de la graine mûre, afin de pouvoir établir le lien entre ces organes et ceux de l'ovule. La connaissance de cette relation est indispensable pour pouvoir conclure des faits observés sur la graine, la valeur morphologique des parties de l'ovule.

S'il était nécessaire de suivre pas à pas la transformation de l'ovule en graine, il faudrait consacrer à cette étude un temps considérable ; mais une remarque bien simple permet de se dispenser, dans beaucoup de cas, de cette étude minutieuse. Il suffit, en effet, de constater la position des faisceaux vasculaires dans l'ovule, pour avoir un point de repère facile à reconnaître sur la graine mûre. Quelles que soient les différences qui existent entre l'ovule et la graine, quelles que soient les modifications dues au développement secondaire de l'ovule, il est certain que les faisceaux, depuis leur première apparition jusqu'à la maturité, représentent un plan fixe ; on peut distinguer, dans les membranes de l'ovule et dans celles de la graine, une zone interne et une zone externe par rapport à ces faisceaux, et l'on est sûr que la totalité de la zone externe de la graine provient, quelle que soit sa complication, de la zone externe de l'ovule ; de même pour les portions internes.

On est d'accord, en général, pour reconnaître que dans l'ovule c'est la primine seule qui contient des faisceaux, au moins chez la plupart des plantes. La secondine n'est vasculaire que dans la famille des Euphorbiacées, c'est-à-dire précisément dans les cas où elle se soude avec le nucelle sur une assez grande étendue. Il en résulte que nous devons considérer comme provenant de la primine toute la portion du spermoderme extérieur au plan vasculaire. Les couches situées en dedans de ce plan seront seules à pouvoir provenir de la secondine ; il est bien entendu qu'elles n'en proviendront pas nécessairement, car dans la primine il y a quelques couches de cellules entre les faisceaux et l'épiderme interne.

Dans un très-grand nombre de graines qui paraissent à la maturité posséder deux membranes distinctes, on trouve que les faisceaux vasculaires sont situés dans le plan interne de ces membranes. Tel est le cas, par exemple, pour les Cucurbitacées, certaines Légumineuses (*Phaseolus*, etc.) et bien d'autres plantes. Quelle que soit l'indépendance apparente des deux membranes, on ne saurait douter, en pareil cas, de leur communauté d'origine,

Y a-t-il quelque difficulté à expliquer l'indépendance apparente de deux membranes qui auraient primitivement fait partie d'un seul et même tissu ? Je ne le pense pas, car si l'on réfléchit aux modifications profondes que l'épaississement des parois a fait subir aux cellules de la couche externe, tandis que les cellules de la couche interne restaient minces, on comprendra facilement que les propriétés physiques de ces deux membranes ont dû être diversement altérées. Leur hygroscopicité, notamment, a dû devenir très-différente ; par conséquent, les variations d'humidité de l'air ont dû produire des tiraillements tendant à séparer les deux couches par une action purement mécanique. Et ce qui le prouve, c'est que le moyen le plus commode pour séparer les deux couches est, en général, l'emploi d'une courte ébullition dans l'eau. Quant à la netteté de cette séparation, elle s'explique aussi très-bien par le peu d'adhérence qui doit exister entre les cellules très-hétérogènes de la couche externe et de la couche interne.

Ainsi, il est bien établi qu'en général le testa et le tegmen ne représentent pas du tout la primine et la secondine, mais seulement des couches diversement modifiées de la primine.

Qu'est devenue la secondine pendant le développement? Dans beaucoup de plantes, le tegmen vasculaire est immédiatement appliqué sur l'albumen ou l'embryon ; par conséquent, la secondine a disparu, elle a été résorbée, comme l'a été le plus souvent le tissu primitif du nucelle. Sauf le cas des Euphorbiacées, qui doit être complétement mis à part, je n'ai point rencontré de graines où la présence de la secondine fût évidente à la maturité. Je crois donc pouvoir considérer cette membrane, qui d'ailleurs manque souvent, comme le plus souvent transitoire. Elle ne possède point de système vasculaire. Ces deux caractères empêchent de la mettre en parallèle avec la primine, dont l'existence bien plus constante, la structure plus complexe, démontrent l'importance supérieure. C'est la primine qui est l'organe essentiel, c'est d'elle surtout qu'il y a lieu de tenir compte dans l'interprétation morphologique de l'ovule. Quant à la secondine, c'est un organe accessoire, une simple expansion parenchymateuse, et l'on peut la comparer aux disques floraux, tandis que cette assimilation ne serait pas justifiable pour la primine. J'ai déjà indiqué plus haut que ceci ne s'applique nullement à la graine des Euphorbiacées. Nous verrons, à propos de cette famille, comment la secondine y est constituée et quelle valeur on doit lui attribuer.

Dans ce qui précède, j'ai supposé que le spermoderme pouvait se dédoubler en deux membranes : l'externe, épaisse et résistante ; l'interne, mince et flexible. Ce n'est pas toujours le cas ; dans les graines des Ombellifères, des Composées, etc., le spermoderme tout entier a une consistance membraneuse. Il est remarquable que, le plus souvent alors, le rôle protecteur est dévolu à d'autres parties, tantôt de la graine, tantôt du fruit, qui accompagnent et enveloppent l'embryon. Dans les Amygdalées, par exemple, c'est l'endocarpe ligneux qui défend l'embryon contre les causes extérieures d'altération, et l'on voit chez les plantes voisines, les Pomacées, le spermoderme reprendre une consistance plus ferme, en même temps que l'endocarpe perd de sa résistance ; exemple curieux de la diversité des moyens employés par la nature pour atteindre un but, toujours le même. Chez les Ombellifères, c'est l'albumen corné qui protége l'embryon. Chez les Composées, les Nyctaginées, c'est une enveloppe tout à fait extérieure, comprenant jusqu'au calice. Dans toutes ces plantes, on voit le spermoderme rester simple, et son origine, exclusivement priminienne, ne peut guère être contestée.

D'autres fois, au contraire, le spermoderme, tout en restant simple, acquiert une grande consistance, par exemple dans le *Bertholletia excelsa*, le *Guilandina Bonduc*, etc. Ici encore on ne peut guère douter de l'absence de la secondine, à cause de l'union intime des différentes couches du spermoderme.

La forme et la structure des cellules qui constituent le testa résistant, auquel est dévolu le rôle protecteur, sont extrêmement variables. M. Millardet a étudié le développement de ces cellules dans la graine du *Bertholletia excelsa* (1), où elles présentent une consistance très-grande due à l'épaisseur de leurs parois. Dans cette graine, les cellules de la couche la plus externe sont allongées, prismatiques, à parois épaisses et incolores, implantées à la surface de la couche sous-jacente, comme le duvet d'un velours à la surface de la trame ; leur réunion forme un tissu très-dense sans le moindre méat intercellulaire. A un faible grossissement, on découvre dans chacune d'elles de un à six canaux longitudinaux d'un calibre variable et d'un trajet plus ou moins régulier. Ce sont les derniers vestiges de la cavité cellulaire primitive, presque entièrement oblitérée par le grand épaississement des parois. L'accroissement en épaisseur de la membrane cellulaire porte à peu près également sur tous les points. Cependant il arrive assez souvent que les extrémités snpérieure et inférieure présentent des cavités où débouchent les canaux longitudinaux, ce qui montre que les parois correspondantes s'épaississent moins que les autres.

Chez beaucoup de Légumineuses, la couche externe du testa présente des cellules épaisses sur leur surface externe, de manière à fournir un revêtement solide à la graine. Assez fréquemment même les deux couches les plus externes du spermoderme sont modifiées d'une façon particulière. J'ai représenté dans la planche IX ces cellules extérieures, telles que les présente la Fève de marais. La figure 1 représente une coupe du spermoderme entier perpendiculairement à la direction du raphé. On remarque à l'extérieur une couche de cellules très-développées dans le sens du rayon et dont les parois ont subi un épaississement irrégulier. Ces cellules ont la forme de prismes hexagonaux exactement appliqués les uns contre les autres et ne laissant entre elles aucun méat. Si on les examine par leur surface externe (1), on voit la surface de chaque cellule subdivisée en six triangles irréguliers, par des lignes qui partent du milieu des côtés et s'avancent vers le centre. Une coupe, passant par la moitié de la hauteur d'un de ces prismes, offre un aspect tout différent. La paroi est épaissie par places et la lumière de la cellule représente une étoile à six branches ; c'est dans les angles de l'hexagone que s'est produit l'épaississement, disposition analogue à celle des cellules de collenchyme. Enfin, à la partie inférieure, le prisme n'offre pour ainsi dire plus d'épaississements.

---

(1) *Notice pour servir à l'histoire du développement en épaisseur des parois cellulaires* (*Ann. sc. nat.*, 5e série, t. VI, p. 300, pl. 13 et 14).

La seconde couche est formée de cellules égales aux précédentes dans leur diamètre transversal, mais moitié plus courtes environ ; leur forme est celle d'un cylindre étranglé dans la partie moyenne, élargi en haut et en bas ; leur paroi moyennement épaisse est très-régulière. Quoique exactement appliquées par leurs parties inférieures et supérieures, ces cellules laissent entre elles des méats correspondant à l'étranglement de leur partie moyenne. Tout le reste de l'épaisseur de la membrane est formé d'un tissu parenchymateux à cellules minces, irrégulières, arrondies, avec de petits méats intercellulaires. L'épiderme interne n'offre guère de caractère spécial.

La figure 5 de la même planche représente la coupe des cellules superficielles dans la graine de *Mandragora vernalis.*

---

(1) Pl. IX, fig. 2, 3, 4.

Ces cellules, allongées perpendiculairement à la surface, sont épaissies sur toute leur surface, à l'exception de la face externe qui reste toujours très-mince. L'épaississement des parois est surtout considérable à la partie inférieure de la cellule, et diminue graduellement de bas en haut sur les faces latérales. Les cellules sont prismatiques et exactement appliquées les unes sur les autres sans laisser entre elles aucun méat. La paroi supérieure se déprime facilement à cause de son peu de rigidité, tandis que les parois latérales restent en saillie, et donnent à la graine son apparence rugueuse.

Quant aux faisceaux vasculaires du spermoderme, leur structure est toujours fort simple. La figure 1 de la planche IX présente lasection du raphé de la Fève. C'est dans le parenchyme général qu'est plongé le faisceau libéro-vasculaire représentant le raphé; il est réduit à ses éléments les plus simples. La partie ligneuse est représentée par d'étroits vaisseaux spiralés ou annelés, la partie libérienne par des cellules à paroi mince, brillante, à contenu sombre et toujours d'un diamètre étroit. Ce sont ces cellules que l'on désigne sous le nom de conductrices. On reconnaît dans cette organisation la structure très-simple qu'offrent les dernières ramifications des nervures d'une feuille, où manquent généralement les éléments de grand diamètre : vaisseaux ponctués, fibres libériennes épaissies et tubes grillagés. Dans le raphé de la Fève, les trachées, reconnaissables à leur contour noir, sont entourées complétement par les cellules conductrices. Cependant l'aplatissement du faisceau dans le sens du rayon, son allongement dans le sens perpendiculaire, lui conservent nettement la symétrie bilatérale qui caractérise les organes foliaires.

Dans les autres plantes que j'ai examinées au point de vue de la structure du raphé, j'ai pu observer des caractères analogues. J'ai déjà dit quelle était l'importance des trachées comme caractérisant d'une façon certaine les faisceaux, et les distinguant des bourrelets purement cellulaires que peut présenter la graine. Cette importance est d'autant plus grande, que la confusion est parfois facile entre ces bourrelets et les vraies nervures.

CHAPITRE II.

NERVATION DE LA GRAINE.

Ayant déterminé dans le chapitre précédent la structure des faisceaux libéro-vasculaires de la graine et leur position dans l'épaisseur des téguments, nous pouvons maintenant entrer dans l'étude descriptive des divers modes de nervation. Mais, pour éviter des redites inutiles, il faut adopter un ordre basé sur une classification naturelle des graines. Nous aurons donc à chercher d'abord quel peut être, en pareille matière, l'ordre de subordination des caractères. Il est évident que les caractères purement extérieurs, tirés de l'état de la surface lisse ou rugueuse, glabre ou velue, n'ont aucune valeur, non plus que ceux qui tiennent à la nature du spermoderme membraneux, coriace, ligneux ou crustacé.

Je pense également que les variations qui tiennent à l'inégalité du développement secondaire des diverses parties de graine sont de peu d'importance vis-à-vis de celles qui sont dues à des modifications dans les rapports d'insertion.

Enfin, plus un caractère est susceptible d'apparaître de bonne heure dans l'ovule, plus on devra y avoir d'égards dans la classification. Ce principe appliqué bien souvent, soit en botanique, soit en zoologie, me paraît un des plus propres à guider dans les recherches taxinomiques. Par conséquent, c'est sur la forme de l'ovule que j'établirai les coupes primaires, réservant, pour la distinction des groupes secondaires, les caractères qui n'apparaissent que sur la graine mûre. D'ailleurs, dans la recherche de cette classification des graines, je n'hésiterai pas à me laisser diriger par l'hypothèse morphologique exposée plus haut, bien que la démonstration en soit rejetée à la fin de ce travail.

L'anatomie de l'ovule résulte des travaux de R. Brown, de Mirbel et de M. Brongniart, et presque tous les botanistes qui ont écrit sur ce sujet, depuis Mirbel, ont adopté sa classification des ovules en orthotropes, anatropes et campylotropes; mais on a aissé de côté une distinction, nettement indiquée par Mirbel, entre les ovules courbes possédant un raphé et ceux qui en manquent ; cependant elle paraît parfaitement justifiée par l'examen des graines mûres.

Les rapports de la chalaze et du hile sont intimement liés à toute la structure de la graine, et si l'on compare la figure qui représente le Marron d'Inde (1) à celle de la graine d'*Anacardium* (2), la profonde différence de ces deux types est évidente. La première de ces graines, possédant un embryon courbe et une chalaze superposée au hile, peut être facilement rapprochée du type orthotrope, elle n'en diffère que par la courbure de l'embryon. La seconde ressemble, au contraire, beaucoup à une graine anatrope dont l'embryon se serait incurvé en tournant sa concavité vers le raphé. La graine d'*Æsculus hippocastanum* est le type des vraies graines campylotropes que nous distinguons des graines amphitropes, plus ou moins analogues à celles de l'*Anacardium*. Ce démembrement fait dans l'ensemble des graines à embryon courbe, quelles seront les coupes fondamentales à adopter ?

Comme je le dis plus haut, le caractère essentiel est celui qui résulte du mode d'insertion du nucelle sur le lobe séminal, de la manière dont ce lobe est replié autour du nucelle. Or, dans toutes les graines où la chalaze est superposée au hile, il arrive constamment que le limbe du lobe séminal présente une disposition peltée, et que le nucelle se trouve implanté au centre de ce lobe, au point qui correspond à l'insertion du pétiole sur le limbe ; peu importe que l'axe du nucelle soit ensuite droit ou courbe, la disposition que nous venons de décrire sera toujours reconnaissable. Elle sera caractérisée par la symétrie plus ou moins parfaite de la graine autour de l'axe du nucelle. Je ferai remarquer en passant que la rareté relative des feuilles peltées est parfaitement en rapport avec celle des ovules orthotropes ; tandis que, si l'on considère, comme on le fait d'habitude, la forme orthotrope comme plus régulière, plus simple que la forme anatrope, il est étrange que la première soit si rare et la seconde si répandue.

---

(1) Pl. X, fig. 14.

(2) Pl. XII, fig. 5-7.

Au contraire, toutes les fois que la graine présente une chalaze bien distincte du hile, il y a entre ces deux points un cordon vasculaire qui, sous le nom de raphé, se distingue nettement de tous les autres ; le plan qui passe par ce cordon et l'axe de la graine est un plan de symétrie unique, et l'ensemble de la graine offre un caractère tout différent de ce qu'il est dans le cas précédent. Toutes les fois que, dans ces graines, le nucelle devient courbe, la courbure a lieu dans le plan de symétrie qui contient le raphé.

Nous aurons donc deux grandes divisions à distinguer suivant que le hile et la chalaze seront superposés ou distincts. Dans chacune de ces divisions, on pourra former ensuite deux classes, suivant que l'axe du nucelle sera droit ou courbe. On arrivera ainsi aux quatre divisions habituelles que l'on peut grouper de la manière suivante :

		NUCELLE	
		droit.	*courbe.*
HILE ET CHALAZE.	*superposés.*	Orthotropes	Campylotropes
	distants.	Anatropes	Amphitropes

Parmi les raisons qui militent en faveur de ce groupement, je citerai l'association fréquente, dans une même famille bien naturelle, de graines anatropes et amphitropes : cela se remarque, par exemple, chez les Légumineuses et les Euphorbiacées, tandis que, au contraire, il est plus rare de voir réunies, dans les mêmes conditions, des graines à raphé et des graines sans raphé ; c'est évidemment un bon indice que la classification des graines concorde avec la classification naturelle des familles ; cependant il n'y aura pas lieu de s'étonner si quelquefois les affinités naturelles ne sont pas bien conservées dans les caractères d'un seul organe, et si surtout des plantes en réalité fort différentes présentent des graines plus ou moins semblables.

On sait que les graines anatropes sont beaucoup plus répandues que les graines orthotropes ; elles sont aussi beaucoup plus variées dans leur nervation, et l'on peut y distinguer un certain nombre de subdivisions bien tranchées. Nous allons rechercher quels peuvent être ces groupes secondaires ; les résultats auxquels nous serons conduit seront en grande partie applicables aux graines amphitropes, ce qui confirme les relations que j'ai signalées entre ces deux classes.

En général, on distingue dans le groupe des graines anatropes une forme dite semi-anatrope, et caractérisée par ce fait que le hile se trouvant plus ou moins éloigné du sommet organique de la graine, c'est-à-dire du micropyle, le raphé n'occupe qu'une fraction de la hauteur de la graine, tantôt la moitié, tantôt le tiers ou même moins. Cette modification paraît peu importante et propre seulement à constituer une variété dans la forme de la graine. En effet, elle peut s'expliquer par une inégalité du développement intercalaire de l'ovule. Aucun ovule n'est, à rigoureusement parler, tout à fait anatrope ; le micropyle est toujours un peu plus élevé que le hile. Supposons que la partie inférieure de l'ovule prenne un grand développement au-dessous du hile, nous aurons à la maturité une graine parfaitement anatrope. Supposons, au contraire, que ce soit la partie de l'ovule située au-dessus de l'insertion du funicule qui s'accroisse surtout, il arrivera que le raphé, dans la graine mûre, n'occupera plus qu'une très-petite partie de la hauteur; le hile se trouvera très-éloigné du sommet de la radicule.

M. Alph. de Candolle (1) a montré que de semblables différences se présentent dans un seul genre, celui des *Quercus*, quand on passe d'une espèce à l'autre. La réalité de ce mécanisme est démontrée par la position qu'occupent les ovules avortés sur la graine mûre. Dans l'ovaire jeune, les ovules étaient tous insérés à la même hauteur ; or, chez les espèces où la graine paraît semi-anatrope, on trouve les ovules avortés près de la base de la graine mûre. Donc, celle-ci s'est développée surtout par sa partie supérieure, sa base restant fixe pendant que son sommet s'élevait.

---

(1) *Ann. sc. nat.*, 4^e série, t. XVIII, p. 49.

La distinction précédente étant écartée, reportons-nous à la constitution théorique de l'ovule, pour trouver les véritables distinctions à conserver. L'ovule, avons-nous dit, est un lobe de la feuille carpellaire replié en forme de sac autour d'un mamelon cellulaire qu'il enveloppe complétement. Ce lobe doit pouvoir, suivant les cas, être comparé à la foliole d'une feuille composée ; il peut comme elle présenter un pétiole, ou au contraire correspondre simplement à la dent d'une feuille moins profondément incisée, et, dans ce cas, être privé de tout pétiole.

Si cette hypothèse est vraie, il devra en résulter un caractère très-important pour la classification des graines, car il dépendra du degré même de complication de l'enveloppe séminale, et ne pourra être dissimulé par les accidents du développement secondaire. Mais, pour que ce caractère soit susceptible d'une application pratique, une condition indispensable doit être remplie, c'est que des différences facilement perceptibles et définissables trahissent à l'œil la présence d'une partie pétiolaire dans le spermoderme, et la distinguent nettement de la portion limbaire.

C'est, en effet, ce qui arrive, sinon toujours, au moins dans des cas assez nombreux et assez nets, pour que j'y aie trouvé les bases d'une classification. Je dois dire d'ailleurs que ce n'est point avec l'idée préconçue de l'existence d'un pétiole ou de quelque chose d'analogue, que j'ai tout d'abord examiné les graines anatropes. Tout au contraire, cette pensée m'a été suggérée par l'étude des faits, et s'est en quelque sorte imposée à mon esprit, sans que je l'eusse cherchée.

Désireux d'approfondir la vue théorique, d'après laquelle le spermoderme représente une portion de la feuille carpellaire, je cherchais à poursuivre cette assimilation dans ses détails, et, particulièrement, à me représenter quelles déformations il faudrait faire subir à un lobe foliaire pour en constituer telle ou telle enveloppe séminale. Je n'entrerai pas actuellement dans le détail des procédés de transformation que je fus conduit à imaginer. En raison de leur variété, ils trouveront mieux leur place dans la description de chacun des types auxquels ils correspondent. J'indiquerai seulement ici leurs traits les plus généraux.

Le premier fait qui ait frappé mon attention est la grande variabilité que l'observation décèle dans les rapports du raphé avec les autres nervures. Tantôt le raphé, c'est-à-dire le cordon vasculaire qui naît du hile, et forme le prolongement immédiat des faisceaux funiculaires ; tantôt, dis-je, le raphé reste simple dans toute l'étendue de son trajet du hile à la chalaze (1) ; tantôt, au contraire, il donne naissance, dès son origine, à des nervures disposées suivant le mode penné (2) ; tantôt enfin le raphé manque complétement, sans que cependant on puisse mettre en doute la parfaite anatropie de la graine (3).

Dans le premier cas, le raphé est libre de liaisons vasculaires avec le reste de l'enveloppe, sauf par un point, la chalaze ; on peut donc, je crois, le considérer comme un organe à part : il a, par le fait du développement secondaire, contracté des adhérences parenchymateuses avec le reste de l'enveloppe, mais son squelette est resté distinct. C'est là ce que j'ai voulu exprimer en le comparant au pétiole d'une foliole.

Dans le second cas, au contraire, le raphé fait corps avec le reste du spermoderme par ses connexions vasculaires ; aussi je ne lui attribue plus que la valeur d'une nervure médiane par rapport à l'ensemble de la foliole. Il me paraît que ces dispositions sont assez différentes l'une de l'autre pour qu'il en soit tenu compte dans le langage. Je proposerai donc de nommer *raphé vrai* celui qui, libre dans toute sa longueur, représente un pétiole, et *pseudo-raphé* celui qui n'a que la valeur d'une nervure médiane.

La distinction entre ces deux formes est assez nette pour servir de caractère à deux groupes de graines anatropes. Enfin, l'absence complète de raphé distingue d'une manière aussi sûre un dernier groupe, dans lequel les nervures sont palmées comme dans le premier, mais partant du hile, au lieu d'avoir leur origine à la chalaze.

---

(1) Voy. pl. X, fig. 1-15.

(2) Voy. pl. XI, fig. 1, 2, 4, etc.

(3) Voy. pl. X, fig. 16-20 ; pl. XI, fig. 10, etc.

Nous avons donc à considérer les trois ordres suivants :

1° *Graines à raphé vrai.*
2° *Graines à pseudo-raphé.*
3° *Graines sans raphé.*

On conçoit, d'après la nature même de ces divisions, qu'il peut en exister d'exactement parallèles parmi les graines amphitropes, qui ne diffèrent des précédentes que par le fait de la courbure du nucelle, phénomène tout à fait indépendant de la forme et des dispositions propres aux enveloppes séminales. Aussi, tout en conservant une distinction entre les graines de ces deux classes, nous ne pouvons omettre d'insister sur leur étroite parenté.

Quant aux graines dans lesquelles le hile et la chalaze sont superposés, nous avons vu plus haut qu'il n'y a qu'une seule manière de concevoir la formation de leur enveloppe (1). Il n'y a donc pas lieu de chercher de subdivisions pour ces classes, qui ne contiendront chacune qu'un seul ordre. D'ailleurs, le besoin de ces subdivisions ne se fait pas sentir ; d'une part, les graines orthotropes sont peu nombreuses ; de l'autre, les graines campylotropes sont le plus souvent privées de nervures proprement dites, et l'on ne peut, par suite, pénétrer bien avant dans les particularités de leur structure.

Un second point que je suis parvenu à élucider par l'étude des nervations de la graine est le mécanisme des déformations de la foliole séminale. Une remarque très-simple suffit pour se guider dans cette recherche. En effet, nous pourrons toujours retrouver sur la graine bien nerviée la trace des bords de la foliole séminale. Il suffira pour cela de chercher les extrémités des dernières ramifications vasculaires qui, dans une feuille étalée, se trouvent toujours près des bords.

Dans les graines orthotropes et campylotropes, ces terminaisons sont rangées sur un cercle placé à la base de la radicule. Quant à l'origine des nervures, c'est le hile opposé, dans le cas présent, au cercle que j'indique ici. Si l'on voulait rendre à l'enveloppe sa forme de feuille, il faudrait donc en faire une feuille peltée dont le hile marquerait le centre.

---

(1) Voy. page 248.

Deux modes de déformation bien distincts se présentent chez les graines anatropes et amphitropes. Je désignerai le premier, fréquent surtout chez les graines anatropes, par le nom de *forme en capuchon*, et le second par celui de *forme en cylindre* ou *en gouttière*.

Dans la forme *en capuchon* (pl. X, fig. 1, etc., les bords de l'orifice micropylaire sont formés par les bords de la foliole séminale contractés autour de cette étroite ouverture. Le sac est constitué par le limbe lui-même ; mais, dans certains cas, le pétiole vient prendre part à la constitution de l'enveloppe, tandis que dans d'autres il reste complétement en dehors. Les fig. 14 et 15 de la planche XI représentent des coupes théoriques correspondantes à ces deux cas. La fig. 14 répond à la structure de la graine du *Camellia*, où le pétiole reste en dehors de l'enceinte formée par le limbe ; la fig. 15, au cas bien plus fréquent que nous trouverons, par exemple, chez les Amygdalées et où le pétiole se soude par ses bords avec le limbe.

Dans la forme *en gouttière* (pl. XI, fig. 2), les bords de la foliole séminale se soudent le long d'une ligne opposée à celle que suit le raphé. La fig. 17 (pl. XI) montre comment, dans ce cas, le pseudo-raphé, qui n'a plus que la valeur d'une nervure médiane, est disposé.

J'ai cherché aussi s'il existerait quelque relation entre le mode de nervation de la graine et celui des feuilles végétatives de la plante. Je dois reconnaître que je ne suis arrivé dans cette voie à aucun résultat de quelque netteté, mais je ne pense pas qu'il y ait lieu de s'en étonner. En effet, ce qui est surtout caractéristique pour les feuilles végétatives, c'est le mode de naissance des nervures primaires par rapport au pétiole, c'est la nervation de l'ensemble de la feuille. Mais dans l'ovule, nous ne pouvons retrouver qu'une fraction souvent très-petite de la feuille et les caractères d'ensemble de celle-ci ne sauraient être représentés. En outre, le fait même de la déformation de la foliole entraîne de sensibles modifications dans la nervation.

Les divisions précédentes ont été établies en considérant, dans chaque famille, les graines dont la nervation présente le développement le plus complet et en négligeant celles qui, possédant une nervation beaucoup plus simple, semblent représenter des types amoindris ou dégradés. Par exemple, la graine du *Madia sativa* et celle du *Citrullus vulgaris*, possèdent la même nervation très-simple et réduite à un cordon vasculaire qui entoure complétement l'embryon sans se ramifier aucunement. Malgré cette ressemblance, je classe la première de ces graines dans le premier ordre de graines anatropes, et la seconde dans le deuxième ordre de la même classe. En effet, la graine de *Madia* se rattache, comme forme réduite, à la graine d'*Helianthus annuus*, qui représente la forme complète et détermine la place de la famille tout entière. De même, la graine de *Citrullus* n'est qu'une forme simplifiée de la graine de *Momordica Charantia*, par conséquent doit se trouver dans le même groupe que cette dernière. Si l'on conservait un groupe spécial où ces deux graines *Madia* et *Citrullus* se trouveraient rapprochées, on laisserait supposer entre les plantes correspondantes une affinité parfaitement fausse, en même temps qu'on romprait les rapports naturels que respecte notre manière de procéder. A la suite de la description de chacun des types parfaits se trouvera donc l'indication des formes réduites auxquelles il peut donner naissance, avec des exemples pour chacune de ces formes.

Pour faciliter les descriptions et l'intelligence des figures, j'ai mis à profit la symétrie bilatérale des graines. Ce genre de symétrie existe partout, sauf dans les graines orthotropes, qui, en général, présentent deux plans de symétrie perpendiculaires entre eux. En laissant de côté cette classe peu nombreuse, on aura dans toutes les graines un plan de repère toujours facile à reconnaître : nous l'appellerons le plan principal de la graine. Il est déterminé par les trois points dont les rapports de position jouent un si grand rôle par rapport à la structure de la graine, savoir : le hile, la chalaze et le micropyle. Dans les graines campylotropes, où la superposition du hile et de la chalaze sur l'axe de la graine fait que ce plan devient indéterminé, on peut le retrouver encore facilement, en admettant que la courbure du nucelle a toujours eu lieu dans le plan principal : cette loi est démontrée nettement par la disposition des graines amphitropes.

Dans toutes les figures, j'ai supposé, à moins d'indications contraires, que le plan principal coïncide avec le plan même de la figure. En outre, quelle que soit la direction réelle de la graine ou de l'ovule dans la nature, j'ai toujours supposé le nucelle placé verticalement, la chalaze en bas, le micropyle en haut : c'est la position naturelle, puisque la chalaze est en réalité la base organique du nucelle ; enfin, j'ai toujours placé le raphé sur le côté gauche du dessin. De cette façon, les figures sont plus aisément comparables. Pour abréger le discours, j'ai souvent désigné le côté qui suit le raphé par le nom de côté interne ou concave, quand il s'agit d'une graine amphitrope, le bord externe ou convexe étant à l'opposé du raphé.

M. Van Tieghem a défini également le plan principal de l'embryon (1) : c'est celui qui passe par l'axe de la plantule et par le centre de l'insertion de la première feuille. Dans les Dicotylédones, ce plan est perpendiculaire à la surface de contact des cotylédons. M. Van Tieghem a annoncé que les plans principaux de la graine et de l'embryon sont toujours, ou perpendiculaires, ou parallèles entre eux. J'ai eu l'occasion de vérifier cette loi dans l'immense majorité des cas. Je mentionnerai, à propos de chaque graine, si les plans principaux sont perpendiculaires ou parallèles, et j'indiquerai également les rares exceptions que cette loi présente. Des recherches d'organogénie, que je n'ai pas eu le temps de faire, expliqueraient peut-être ces dérogations et démontreraient qu'elles sont plus apparentes que réelles. On sait en effet que, malgré son peu de solidité, le protoplasma d'une cellule possède une polarité parfaitement déterminée. Il n'y a donc rien de surprenant que la première division longitudinale, qui se produit dans la vésicule embryonnaire après la fécondation, ait lieu dans une direction déterminée par rapport à l'organe qui contient cette masse plasmique, c'est-à-dire par rapport à l'ovule. Or, cette première division marque la position future des mamelons qui deviendront plus tard les cotylédons de l'embryon. Du reste, si ce fait avait pu passer inaperçu dans le plus grand nombre des graines, il en est d'autres où il est immédiatement visible. Dans les graines dépourvues d'albumen, comme celles des *Phaseolus*, *Amygdalus*, la perpendicularité des plans principaux est évidente et sa constance n'est douteuse pour personne.

---

(1) *Ann. sc. nat.*, 5ᵉ série, t. XV, p. 230.

PREMIÈRE CLASSE. — GRAINES ANATROPES.

PREMIER ORDRE. — GRAINES A RAPHÉ VRAI.

Ternstrœmiacées. — J'ai annoncé que dans certaines graines anatropes on retrouvait nettement l'indice de la présence, dans le spermoderne, d'une foliole entière, comprenant une portion pétiolaire et un limbe. L'exemple sur lequel cela paraît le plus évident est fourni par les graines de la famille des Ternstrœmiacées. J'ai figuré la nervation du *Camellia japonica* (1). Cette graine, complétement semblable à celle du *Thea sinensis*, possède un testa ligneux, sur lequel on aperçoit nettement le hile; elle ne présente pas d'albumen, en sorte que la face interne du testa est immédiatement en contact avec l'embryon. Assez souvent même cette surface adhère légèrement à l'embryon, de sorte qu'en arrachant celui-ci de son enveloppe, on entraîne la couche la plus interne et l'on fait apparaître le système vasculaire par cette préparation très-simple. La nervation de cette graine est très-riche. Du point qui correspond au sommet des cotylédons, partent des nervures qui se ramifient en un grand nombre de très-petits faisceaux remontant tous vers le micropyle. Ce point de divergence des faisceaux n'est pas autre chose que la chalaze; mais dans cette graine on ne remarque point l'épaississement des tissus et la coloration qui souvent distinguent cette région. Le raphé n'est point visible sur la surface interne de la graine.

---

(1) Pl. X, fig. 11.

En effet, il est situé en dehors de la couche que je viens de décrire ; de sorte qu'on peut imaginer tout autour de l'embryon un sac à parois vasculaires, formé par le limbe de la feuille carpellaire dont les bords externes se sont soudés pour enclore la cavité séminale, sans que le raphé prenne aucune part à la constitution de cette enceinte. Le raphé représente le pétiole qui, resté en dehors, se serait appliqué extérieurement sur la suture des bords de la feuille carpellaire ; c'est pour cela qu'il constitue un second plan vasculaire extérieur au premier. La figure 14 (pl. XI) représente le diagramme de cette disposition. Dans cette graine les cotylédons sont peu distincts l'un de l'autre, et l'on ne saurait définir nettement l'orientation réciproque de deux plans principaux.

Rosacées. — Dans une autre famille dont l'observation est encore plus facile, nous trouvons ce type aussi nettement représenté et accompagné de dégradations intéressantes. Je veux parler de la grande famille des Rosacées.

Considérons d'abord les graines des Amygdalées, par exemple celles des Abricotiers (*Prunus armeniaca*, pl. X, fig. 1). Cette graine provient d'un ovule nettement anatrope, suspendu par un court funicule. Le hile linéaire et allongé est visible tout près du micropyle, sur le bord interne de la graine ; à la base se trouve la chalaze, reconnaissable à l'épaississement du spermoderme et à la coloration de sa surface interne. Comme toujours, la chalaze correspond au sommet des cotylédons, et la pointe de la radicule au micropyle. Du hile à la chalaze court tout le long du bord de la graine un cordon vasculaire simple, c'est le raphé. Il pénètre dans la région chalazienne, et là émet un assez grand nombre de branches latérales, quatre ou cinq pour chaque face. Ces branches remontent vers le micropyle, en se ramifiant, et ce sont elles qui constituent le système vasculaire, pour la portion limbaire du tégument de la graine. Prenant toutes naissance dans une portion très-restreinte du tégument, elles offriraient une disposition palmée, si celui-ci était étalé sur un plan. L'une d'entre elles suit le bord externe de la graine et forme le prolongement du raphé. Elles représentent donc la nervure impaire du limbe. D'ailleurs ces branches n'atteignent jamais tout à fait le sommet de la graine dans l'Abricotier, elles s'arrêtent à peu près au niveau où la radicule émerge d'entre les cotylédons. Dans d'autres espèces voisines (*Prunus Padus*, pl. X, fig. 2, *Cerasus avium*), on retrouve la même disposition, sauf que les branches secondaires de la nervation, au lieu de remonter jusqu'à l'insertion des cotylédons, se terminent à moitié de la hauteur de la graine. Dans l'*Amygdalus communis*, les choses se passent de la même manière ; mais le hile est un peu plus distant du micropyle, et la chalaze est souvent rejetée un peu sur le côté, de façon à raccourcir encore le raphé. Mais ce sont là des différences secondaires; le trait dominant est dans ce fait que le raphé, simple jusqu'à la chalaze, se ramifie en ce point suivant le mode palmé.

A vrai dire, la division du raphé, si l'on examine avec un faible grossissement la région chalazienne, se rapproche à son origine du mode penné; mais dans l'ensemble l'apparence est celle d'une nervation palmée. On ne voit jamais, dans cette famille, les branches secondaires s'intercaler, comme dans les graines précédentes, entre le raphé et l'embryon. Cependant il est évident que le raphé est encore ici de nature pétiolaire; mais les bords du limbe, au lieu de se souder entre eux, se sont soudés avec le pétiole, qui contribue à fermer la cavité séminale. Cette disposition correspond au diagramme de la figure 15 (pl. XI).

Passons maintenant aux autres tribus de la famille des Rosacées : les graines sont beaucoup plus petites, leur nervation est bien moins développée, mais elle se présente sous une forme intimement liée à la précédente. Ce n'est, à proprement parler, qu'une réduction de celle-ci. Chez les Sanguisorbées (*Agrimonia repens*), les Rosées (*Rosa rubiginosa*), les Dryadées (*Geum urbanum*), le spermoderme est mince et membraneux, la chalaze reste distincte à cause de sa coloration; elle forme un petit disque circulaire à la base de la graine. La figure 4 de la planche X montre la disposition des faisceaux dans la région chalazienne de la graine d'*Agrimonia*. C'est tout à fait analogue à ce que présente la chalaze dans l'Amandier. Chez les Pomacées (*Pirus*, *Mespilus*, *Photinia*, *Cratægus*, etc.), la nervation est encore la même, mais la chalaze prend un peu plus de développement; elle forme une petite cupule embrassant l'extrémité des cotylédons et chargée de nombreuses ramifications vasculaires. Dans cette dernière famille, la couche externe de la primine s'est endurcie et forme un testa coriace, qu'il faut enlever pour voir la cupule. Celle-ci est appliquée sur le tegmen, qui d'ailleurs provient aussi de la primine. Dans presque toutes les Rosacées, les plans principaux de l'embryon et de la graine sont perpendiculaires entre eux. On rencontre toutefois quelques exceptions. M. Decaisne en a signalé chez l'*Eriobotrya* et le *Pyracantha*.

Nous retrouvons le même type de nervation dans plusieurs autres familles tout à fait différentes. En voici un exemple :

Sterculiacées. — La graine du Cacaoyer (*Theobroma Cacao*) est formée d'un gros embryon droit à cotylédons ruminés, et d'une enveloppe simple, membraneuse, dont les cellules externes se résolvent au contact de l'eau en un mucilage facile à enlever par un lavage. Cette opération faite, on voit apparaître le système vasculaire faisant saillie sur la surface, et composé d'un raphé simple qui, à la chalaze, se divise en une quinzaine de faisceaux remontant directement et sans se ramifier vers le micropyle. Tous ces faisceaux n'occupent que la moitié externe de la graine et laissent le raphé seul sur le côté interne. Dans cette graine, la nervation est aussi nettement palmée que possible.

Il en est exactement de même pour le *Sterculia fœtida*. Au contraire, dans le *Sterculia platanifolia*, le nombre des ramifications du raphé devient tout à fait constant. En effet, de la chalaze partent cinq faisceaux, dont l'un prolonge le raphé sur le bord externe de la graine et représente la nervure médiane. Des quatre autres deux sont compris dans le plan méridien perpendiculaire au plan principal de la graine; les deux derniers partagent également l'espace qui sépare les faisceaux latéraux du faisceau médian (fig. 8, pl. X). Ce type de graine fournit un nouveau caractère tendant à réparer les Sterculiacées des Bombacées, dont la graine présente une tout autre organisation. Ainsi que MM. Bentham et Hooker l'ont déjà indiqué, après Robert Brown, les Bombacées se rattacheraient, d'après la structure de leur graine, aux Malvacées. Dans les Sterculiacées, les plans principaux sont perpendiculaires.

Composées. — La vaste famille des Composées, malgré le nombre immense de ses espèces, est une des plus naturelles et des plus homogènes dans le règne végétal ; aussi doit-on considérer les légères variations qu'offre la nervation de ces graines comme dérivant toutes d'un même type. L'*Helianthus annuus* en est un exemple assez net : la graine de cette plante (fig. 9, pl. X), débarrassée de son enveloppe complexe, est formée par un volumineux embryon recouvert d'une membrane mince. La disposition de la graine est nettement anatrope ; la chalaze n'est plus reconnaissable sur la graine mûre, mais sa position est indiquée par celle du sommet de l'embryon. Le raphé suit l'un des côtés de la graine, tout le long de la commissure des cotylédons, par conséquent les plans principaux de la graine et de l'embryon sont encore ici perpendiculaires ; il en est de même dans toute la famille. Arrivé au sommet de l'embryon, le raphé se trifurque : une branche poursuivant sa route sur le côté externe de la graine jusqu'à la base de la radicule, chacune des deux autres suivant la ligne médiane de l'une des faces et donnant quelques ramifications de peu de longueur. Nous avons encore ici une nervation palmée à la chalaze, mais plus simple que dans les cas précédents, surtout à cause du manque de divisions secondaires.

Les formes plus compliquées sont rares dans cette famille : telle est, par exemple, celle du *Xanthium strumarium*, où les branches ascendantes donnent des ramifications nombreuses, anastomosées entre elles et avec les nervures principales, et même avec le raphé, qu'elles rendent difficile à reconnaître. Il est au contraire très-fréquent de rencontrer des formes dégradées, c'est-à-dire dans lesquelles les branches latérales ont avorté, pour ne laisser subsister qu'une branche vasculaire faisant le tour de l'embryon. C'est ce qui arrive dans les *Madia sativa*, *Cinara Scolymus*, etc.

Nous voyons donc que les graines à raphé vrai peuvent présenter, dans leur nervation palmée, à la chalaze, deux modes de réduction différents : 1° la nervation *en boucle*, résultant de l'avortement des branches latérales, avec persistance de celle qui prolonge le raphé et représente la nervure médiane de la foliole séminale ; 2° la formation d'une *cupule chalazienne* vasculaire, par le raccourcissement simultané de toutes les branches de la nervation. Nous allons donner quelques exemples de chacune de ces formes dégradées.

Dans la nervation en boucle, on peut observer des boucles complètes, c'est-à-dire où la seconde branche se prolonge jusqu'au micropyle ou à peu de chose près. Telle est la disposition pour les graines de *Diospyros*, *Syringa*, *Dipsacus*, *Balsamina hortensis*, *Zizyphus Lotus*, *Anona Cheirimolia*, *Paliurus aculeatus*, etc. D'autres graines, au contraire, ne présentent qu'une boucle incomplète, s'arrêtant au tiers ou à la moitié de la hauteur de la graine : cela se voit, par exemple, chez les *Viburnum Lantana*, *Hedera Helix*, *Xylopia æthiopica*, etc.

La nervation en forme de cupule est encore plus fréquente.

Hespéridées. — Les graines du *Citrus Aurantium* ont un spermoderme formé de deux couches distinctes : l'une externe, coriace ; l'autre interne, mince et membraneuse. Ces deux couches proviennent d'un dédoublement de la primine, et leur facile séparation tient uniquement aux modifications différentes qu'elles ont subies pendant le développement de la graine. On peut facilement détacher la couche externe sans endommager la membrane interne. On aperçoit alors à la surface de cette dernière un système vasculaire formé d'un raphé que termine une cupule chalazienne vasculaire. L'emplacement de la chalaze se distingue, en outre, par la coloration et l'épaississement de la membrane. J'ai indiqué plus haut l'erreur commise par Mirbel au sujet d'une graine voisine, où il semble avoir pris pour les faisceaux des saillies formant un réseau irrégulier sur la face externe du testa. Quant à l'orientation des embryons multiples de cette graine, elle est assez nette, malgré la déformation due aux pressions réciproques des différents embryons ; il est évident que les plans principaux des embryons sont sensiblement perpendiculaires à celui de la graine.

La description précédente, toute semblable à celle que nous avons donnée pour les Pomacées, conviendrait encore à d'autres familles, telles, par exemple, que les Renonculacées (*Pæonia*, *Ranunculus*, *Nigella*, *Adonis*), sauf ce qui concerne l'existence d'un testa coriace qui manque ici. Dans cette famille, le plan principal de l'embryon est, comme dans les précédentes, perpendiculaire à celui de la graine. Au contraire, dans les Ribésiacées et les Ilicinées, les plans principaux coïncident, la nervation restant la même. Mais, dans ces deux dernières familles, on constate une nouvelle dégradation dans le type de la nervation, en ce sens que les proportions de la cupule chalazienne diminuent sensiblement. Ces familles forment donc un passage entre les précédentes et celles où le raphé s'arrête brusquement à la chalaze, sans donner naissance à aucune ramification sensible.

On trouve des exemples de raphé terminé ainsi dans les *Linum grandiflorum*, *Evonymus europæus*, *Magnolia*, *Carica Papaya*, *Mahonia Aquifólium*, *Geranium pratense*, *Tilia*. Les plans principaux de la graine et de l'embryon sont perpendiculaires dans ces plantes. Au contraire, ces mêmes plans n'ont aucune orientation fixe dans les Thymélées (*Dirca palustris*, *Daphne Mezereum*), plantes où le raphé se termine brusquement à la chalaze.

Cette forme est en quelque sorte générale dans les graines anatropes de petites dimensions, où, par suite de cette circonstance, le système vasculaire est peu développé. Mais elle n'appartient pas forcément au groupe dont nous nous occupons pour le moment; en raison même de sa très-grande simplicite, elle peut être considérée comme la forme limite rudimentaire dérivée de types autres que celui de la nervation palmée et la chalaze. Pour décider, dans chaque cas particulier, l'interprétation à lui donner, il faut surtout considérer les affinités de la plante examinée avec celles qui possèdent des graines mieux nerviées.

Nous avons jusqu'ici examiné des graines complétement anatropes, dont le raphé prend naissance au voisinage même du micropyle; mais on sait que quelquefois le hile peut se trouver fort éloigné de cette position, sans que pour cela les rapports d'insertion entre les divers éléments morphologiques de la graine soient modifiés.

Cupulifères. — La comparaison des diverses espèces du genre *Quercus* met en évidence le peu de valeur de ce caractère. M. Alph. de Candolle a signalé récemment (1) les espèces dans lesquelles la graine est franchement anatrope, et celles où au contraire le hile, situé très-bas, ne laisse que très-peu de développement au raphé : la figure 12 de la planche X représente la nervation d'après le gland du *Quercus Robur ;* elle est formée d'une douzaine de branches verticales peu ramifiées, remontant jusqu'au sommet de la graine et disposées en nervation palmée à la chalaze. Dans la même famille, ce même type de nervation se retrouve chez le *Castanea vesca* (pl. X, fig. 6 et 7). Ici, seulement, les nervures qui naissent du raphé sont plus nombreuses que précédemment, et l'anatropie de la graine est toujours parfaite. Enfin, dans les deux cas, le raphé suit la commissure des cotylédons, c'est-à-dire que les plans principaux sont perpendiculaires.

Sapotées. — Un autre exemple de graines anatropes à raphé très-court se rencontre chez le *Lucuma Mammea*, de la famille des Sapotées. Cette grosse et belle graine (pl. X, fig. 13) possède une enveloppe ligneuse où l'on distingue nettement deux parties, deux sortes de valves inégales, souvent faciles à séparer suivant leur ligne de suture et toujours distinctes. La première, occupant les deux tiers environ de la surface totale de la graine, présente un poli parfait à l'extérieur, tandis que la plus petite valve est au contraire rugueuse et terne. La graine se termine en pointe à son extrémité micropylaire, la base au contraire est obtuse. La surface interne du testa présente une sorte de parenchyme brun, peu résistant, sous lequel courent des faisceaux ; en l'enlevant avec précaution, on peut découvrir ceux-ci. A l'extérieur de la graine, on aperçoit, tout près de la chalaze, une cicatrice ronde qui marque le hile : le raphé est donc très-court ; son trajet se borne à traverser obliquement la paroi de la graine pour venir s'épanouir en nervation palmée sur la surface interne du testa. A la chalaze prennent naissance neuf ou dix faisceaux qui se distribuent sur la grande valve, et remontent vers le micropyle en se ramifiant chacun suivant le mode penné. Les deux faisceaux les plus extérieurs suivent les sillons correspondant à l'union des deux valves. Ils émettent, pendant tout leur trajet, des ramuscules presque verticaux du côté de la grande valve ; au contraire, du côté de la petite valve, ils donnent naissance à des ramifications beaucoup plus nombreuses et plus fines, qui sont dirigées horizontalement ; il en résulte, pour cette seconde valve, un mode de nervation complétement différent de celui de la première. Cette structure, singulière au premier abord, peut s'expliquer cependant si l'on admet que les bords libres de la foliole séminale, au lieu de se rapprocher jusqu'au contact, sont restés écartés, et que l'espace demeuré vide entre eux a été comblé par une formation adventive dépendant de la foliole séminale, puisque sa nervation en provient, mais s'en distinguant cependant. On voit que, dans cette graine, la partie pétiolaire ne contribue pour ainsi dire pas à l'occlusion de la cavité séminale.

---

(1) *Ann. des sc. nat.*, 4^e série, t. XVIII, p. 49.

Euphorbiacées. — La graine des Euphorbiacées est une des plus remarquables au point de vue de la nervation. C'est aussi une de celles qui ont été étudiées avec le plus de soin, mais sans que la particularité la plus caractéristique ait été aperçue.

D'après M. Gris, qui a suivi le développement de la graine du Ricin, on distingue dans la graine mûre :

1° La primine.

2° Une enveloppe crustacée résultant du développement de la couche la plus extérieure de la secondine.

3° Une membrane mince, spongieuse, provenant également de la secondine.

4° Une membrane légèrement jaunâtre enveloppant la graine (albumen) depuis sa base jusqu'à une petite distance de son sommet, où elle est interrompue par un sillon circulaire. Cette cupule membraneuse représente le reste du nucelle revêtu du réseau vasculaire chalazien.

5° L'albumen.

6° L'embryon.

Dans l'ovule, les deux membranes sont distinctes l'une de l'autre, mais il y a soudure de la secondine et du nucelle dans les deux tiers inférieurs de celui-ci. M. Gris donne les noms d'*expansion* ou *cupule chalazienne* à toute la région occupée par cette soudure, et il admet que les faisceaux de cette région appartiennent au nucelle au moins autant qu'à la secondine.

La description donnée par M. Gris de la graine de Ricin paraît exacte, sauf l'attribution de faisceaux vasculaires au nucelle. Ainsi que je l'ai déjà dit, le nucelle ne contient jamais de faisceaux dans les autres familles, ce qui constitue au moins une probabilité pour qu'il n'en possède pas davantage ici. En outre, la figure 2 de la planche I, dessinée d'après une coupe longitudinale faite dans un ovule de Ricin déjà fécondé, et ayant environ 12 millimètres de long, montre qu'au point où la secondine devient libre, les faisceaux se continuent dans cette membrane. Sur des coupes transversales de la même graine, j'ai cru constater aussi que la ligne de démarcation assez nette entre le parenchyme de la secondine et celui du nucelle laisse en dehors d'elle les faisceaux déjà constitués. Je crois donc pouvoir affirmer que ces faisceaux appartiennent bien à la secondine et non au nucelle.

M. Baillon, dans son *Étude générale des Euphorbiacées*, traite également de la constitution de la graine, mais il admet qu'en général la primine n'existe plus à la surface de la graine mûre, ce qui me semble complétement erroné. Il en résulte une confusion entre le système vasculaire de la membrane et celui de la secondine. Dans la planche 3, fig. 27, il figure la nervation priminienne du *Cremophyllum spathulatum*, mais sans la distinguer du système vasculaire qu'il figure pour la graine du *Siphonia elastica*, bien que celui-ci appartienne en réalité à la secondine. La graine du *Cremophyllum* présente cependant les deux systèmes vasculaires très-nettement développés et impossibles à confondre, puisqu'ils coexistent.

Les figures 13 et 14 de la planche XII se rapportent au *Cre-*

mophyllum. Dans la figure 13, la graine est entière ; on y voit le système de la primine composé d'un raphé qui, à la chalaze, se divise en cinq branches remontant vers le micropyle en serpentant entre les tubercules de l'enveloppe. Ces branches émettent quelques faisceaux secondaires pendant leur trajet. La figure 14 représente la même graine dépouillée de son enveloppe crustacée, et l'on y voit un second système vasculaire, palmé comme le premier, mais plus riche en faisceaux : c'est le système de la secondine, celui qui correspond aux faisceaux que M. Gris a représentés dans la graine du Ricin. Il n'est donc pas douteux que les deux systèmes ne soient distincts ; ils dépendent cependant l'un de l'autre, et sur la coupe de la graine de Ricin on voit un faisceau vasculaire, issu du raphé, se relever perpendiculairement à sa direction primitive, pénétrer dans la secondine à travers une ouverture de la couche crustacée de cette membrane, et, traversant directement la portion parenchymateuse de la même membrane, venir former les faisceaux de la cupule chalazienne.

Le *Cremophyllum* offre donc un double système vasculaire bien développé, tandis que dans le Ricin le système priminien a avorté dans toute la partie située au delà de la chalaze. Dans la graine de *Mercurialis annua*, la nervation est encore plus simple, car les faisceaux de la secondine ne forment qu'un petit plateau vasculaire au-dessous de la chalaze.

Il existe donc trois types différents de nervation dans les graines des Euphorbiacées. Dans le plus simple, la nervation de la primine se réduit au raphé, celle de la secondine, à une petite cupule vasculaire peu développée. Dans le second type auquel appartiennent par exemple les genres *Euphorbia*, *Jatropha*, *Curcas*, etc., la nervation de la primine se réduit encore au raphé, mais celle de la secondine s'étend sur une notable portion de l'albumen. Enfin, dans le troisième type auquel appartiennent les *Cremophyllum*, *Dalechampia*, *Aleurites*, on observe à la fois les deux nervations complétement développées. Je n'ai point rencontré jusqu'ici un quatrième type que l'on conçoit possible : celui où les faisceaux de la primine étant bien développés, ceux de la secondine resteraient rudimentaires.

Pour se rendre compte de la structure de ces graines, il faut expliquer la présence du système vasculaire dans la secondine. M. Gris compare ces faisceaux aux réseaux vasculaires qui existent dans la chalaze de beaucoup de graines campylotropes, celles des Malvacées et des Solanées par exemple. Mais il faut remarquer que dans ces dernières graines, le système vasculaire appartient à la primine, et par conséquent n'est point comparable à celui qui nous occupe. Il y a lieu de considérer la secondine chez les Euphorbiacées comme résultant d'un véritable dédoublement de la primine dans une direction perpendiculaire à celle de son plan principal (1). De ces dédoublements ne sont pas d'ailleurs absolument inconnus dans les organes de nature foliaire, qu'ils appartiennent au système végétatif ou à l'appareil floral. M. Duval-Jouve a récemment montré que la ligule peut, dans certaines Graminées présenter des faisceaux vasculaires régulièrement constitués; elle représente alors un dédoublement du limbe analogue à celui dont nous parlons. Le même auteur interprète pareillement la valeur de l'arête par rapport à la glumelle des mêmes plantes. Dans les organes floraux, M. Van Tieghem a présenté divers exemples du même phénomène. La couronne des *Narcissus* provient d'un dédoublement des pièces du périanthe ; les lames laciniées qui existent sur les pétales du *Nerium Oleander* sont de la même nature ; chez les Primevères, les relations entre l'étamine et le pétale sont encore semblables, malgré la complication introduite par une différence entre les fonctions physiologiques.

Dans la plupart des Euphorbiacées, le raphé se trouve, comme dans le Ricin, en regard de la ligne médiane des cotylédons, c'est-à-dire que le plan principal de la graine coïncide avec celui de l'embryon. Cependant, dans quelques genres, les graines aplaties latéralement ont leur plan principal perpendiculaire à celui de l'embryon.

---

(1) Il est bien entendu que, par le terme de dédoublement, je n'entends exprimer que le fait anatomique de la communauté d'origine entre les systèmes vasculaires des deux enveloppes, et non point un rapport de filiation entre elles. C'est une relation du même ordre que celle des stipules avec le limbe. Les stipules, quoique paraissant avant le limbe, ne sont pas moins considérées comme des dépendances de la feuille.

Dans les graines qui précèdent, il existe toujours une nervure qui prolonge le raphé et représente la nervure impaire de la foliole séminale. Dans le *Styrax officinalis*, au contraire, cette nervure manque. Cette graine possède un testa dur et épais, doublé intérieurement d'un tegmen mince et satiné sans trace d'épaississement chalazien. C'est entre ces deux membranes, provenant d'un simple dédoublement de la primine, que court le système vasculaire, reconnaissable à ses belles trachées déroulables. La graine est parfaitement anatrope, et son raphé reste simple jusqu'à la chalaze : là il se bifurque, et chacune de ses branches fournit des faisceaux à l'une des faces de la graine. Cette disposition est représentée sur la figure 5 de la planche XI. On voit la branche de l'une des faces produire des nervures secondaires dirigées vers le micropyle. Le plan principal de l'embryon est ici parallèle à celui de la graine elle-même.

Moringées. — Le même type de nervation existe dans le *Moringa pterygosperma*, mais ici les deux nervures issues du raphé sont simples et sans ramifications. Le raphé et chacune des nervures qui en sortent correspondent à une des saillies ailées d'où a été tirée l'épithète spécifique.

Dans le *Bertholletia excelsa* (pl. X, fig. 15), la disposition générale ressemble à la précédente, mais la graine étant très-grosse, les ramifications secondaires ont pu prendre un plus grand développement. Le tégument de la graine est d'une dureté très-grande à l'extérieur. Il a été étudié par M. Millardet (1), qui a décrit avec soin les cellules de la couche externe et le mode de développement de leurs singuliers canaux. En dedans de cette couche, on en distingue deux autres beaucoup moins dures ; c'est dans la couche moyenne qu'est placé le système vasculaire, facile à distinguer par la couleur claire du parenchyme foncé qui l'environne. La graine a, dans son ensemble, la forme d'un quartier d'orange ; elle présente deux faces planes et une face convexe. Au sommet de la graine les deux faces planes se coupent suivant une petite arête vive qui n'existe pas à la base. Le long de chacune des arêtes courent de puissants faisceaux de parenchyme ligneux, qui présentent une large surface vers l'intérieur de la graine. C'est là que se trouvent les trachées. De ces trois faisceaux, l'un est le raphé, occupant constamment l'arête rectiligne, les deux autres sont les nervures primaires de la graine. Chacun des trois faisceaux émet sur ses côtés de petits ramuscules horizontaux qui se distribuent sur les faces adjacentes de la graine. C'est la première fois que nous voyons le raphé donner naissance à des nervures latérales. J'ai dit qu'en général c'était un caractère propre aux vrais raphés, à ceux qui représentent des pétioles, d'être dépourvus de ramifications jusqu'à la chalaze. Dans le cas présent, en raison de la différence évidente qui existe entre ces nervures latérales et les nervures chalaziennes, je crois pouvoir admettre que le raphé représente encore un pétiole, mais un pétiole ailé, replié en forme de gouttière, en sorte que la soudure du raphé et des bords de la foliole séminale correspondrait à la ligne médiane des faces planes de la graine. Grâce à cette manière de voir, la graine du *Bertholletia* rentre dans la catégorie des graines à raphé pétiolaire palmé à la chalaze. La figure 12 (pl. XI) représente le diagramme de cette graine. Quant à l'orientation des plans principaux, je n'ai pu la distinguer, car on sait combien est confuse la structure de l'embryon dans les graines mûres de la plante considérée.

---

(1) *Ann. des sc. nat.*, 5^{e} série, t. V.

Deuxieme ordre. — GRAINES A PSEUDO-RAPHE.

Nous avons vu que les graines anatropes pouvaient provenir d'une foliole dont le pétiole aurait été complétement absorbé par la formation du funicule. Dans ce cas, le raphé, s'il existe, ne peut avoir la même signification que précédemment, et la manière dont la foliole séminale est repliée autour du mamelon nucellaire se trouve également modifiée. Examinons d'abord le cas où cette foliole présente une nervure médiane imitant, à cause de sa position, le raphé des graines précédentes.

Parmi les graines dont la nervation présente ce type, je citerai d'abord celle du *Cocos nucifera* (pl. XI, fig. 1). La nervation de la noix de Coco est des plus riches et des plus complètes; pour l'observer, il faut détacher l'amande et gratter avec précaution la face interne de l'enveloppe où elle était contenue: on sait que la partie ligneuse de cette enveloppe appartient à l'endocarpe, qui primitivement présentait trois loges, bien qu'à la maturité il soit complétement rempli par une seule graine. La nervation de la graine du *Cocos* est formée par un raphé partant du sommet de la graine et descendant jusqu'à la base, sous forme d'un large cordon vasculaire; dans son trajet, il émet de chaque côté quelques faisceaux qui, dirigés d'abord vers le bas, s'incurvent bientôt pour remonter vers le micropyle. L'extrémité du raphé se termine par des nervures palmées dirigées comme les précédentes. Les nervures tertiaires sont nombreuses, et s'anastomosent fréquemment entre elles.

La nervation de la graine de *Borassus æthiopum* offre une disposition analogue, mais plus complexe encore et plus difficile à démêler, à cause de l'absence d'une couche dure sur laquelle on puisse suivre le trajet des faisceaux. Dans la vaste famille des Palmiers, on trouve d'ailleurs des types de graines très-différents, et il serait d'un grand intérêt sans doute de rechercher l'accord qui peut exister entre la forme de la graine et la division connue de cette famille en tribus.

Laurinées. — La graine du *Laurus canariensis* présente (pl. XI, fig. 2) une enveloppe membraneuse sèche, mince, à peu près complétement remplie par l'embryon seul. Elle a la forme d'un cylindre terminé par deux hémisphères; extérieurement, sa surface présente des mouchetures irrégulières; intérieurement, on aperçoit la nervation sous une couche brillante représentant le tegmen. La calotte hémisphérique qui termine supérieurement la graine est complétement dépourvue de faisceaux, sauf ceux qui commencent le raphé. Ce cordon vasculaire se continue le long d'un demi-méridien de la graine, jusqu'à la chalaze ; il émet à droite et à gauche des rameaux horizontaux disposés en nervation pennée au nombre de six ou huit. Les rameaux de droite et ceux de gauche viennent se rencontrer sur une ligne diamétralement opposée au raphé. Enfin, à son extrémité inférieure, le raphé donne naissance à des branches palmées qui occupent la calotte hémisphérique inférieure. Supposons cette enveloppe fendue et étalée, nous aurons le limbe d'une feuille à nervation pennée. Nous pouvons donc imaginer que, dans ce cas, le mamelon nucellaire a pris naissance vers l'extrémité du lobe séminal qui s'est replié longitudinalement pour l'embrasser, l'extrémité seule formant capuchon. Ce mode de déformation est, on le voit, assez différent de celui qu'offre la graine des Amygdalées, par exemple, puisque la ligne de soudure des bords libres du lobe se trouve à l'opposé du raphé, au lieu de coïncider avec lui. Il est d'ailleurs établi d'une manière évidente par la continuité des faisceaux secondaires et du raphé.

D'autres genres de la même famille présentent des dispositions analogues, avec quelques variétés de formes. Ainsi, la graine du *Persea gratissima* ne possède de nervures que sur sa moitié inférieure à peu près. Celle du *Benzoin odoriferum* n'en présente que sur le quart de sa hauteur, mais les dispositions générales restent toujours les mêmes.

La famille des Laurinées présente une grande irrégularité quant à l'orientation des plans principaux de la graine et de l'embryon. Non-seulement ces plans peuvent être aussi souvent perpendiculaires que parallèles, mais ils peuvent même faire l'un avec l'autre un angle à peu près quelconque.

Cucurbitacées. — La graine des Cucurbitacées offre toujours à peu près la même disposition. Elle se compose d'une enveloppe oblongue de consistance ligneuse, doublée d'une membrane mince qui s'applique exactement sur l'embryon. Si l'on détache la première enveloppe, on voit en général la couche membraneuse rester adhérente à l'embryon. Il semblerait donc qu'on a affaire à deux membranes absolument distinctes, mais il n'en est rien. Considérons, en effet, la graine de *Momordica Charantia*, nous y verrons le tegmen sillonné de nombreux faisceaux vasculaires qui s'anastomosent pour donner naissance à une nervation réticulée. En recherchant l'origine de ces faisceaux. nous verrons qu'ils naissent d'un cordon vasculaire continu noyé dans l'épaisseur de la couche ligneuse; il n'y a donc pas à douter que les deux membranes n'aient fait corps à l'origine, et que leur séparation ne soit le résultat de la manière dont leur développement s'est poursuivi.

Le cordon vasculaire principal entre dans la graine par la partie supérieure, et la contourne complétement; mais si l'on tient compte des nervures latérales qu'il émet suivant le mode penné, on voit qu'il ne doit point être considéré comme représentant un pétiole, mais bien la nervure médiane de la foliole séminale repliée en forme de gouttière, puis repliée une seconde fois de manière que le bord libre de la moitié la plus voisine de l'insertion puisse se souder avec celui de la seconde moitié de la foliole. Ainsi, la ligne de suture occupe ici la ligne médiane de chacune des faces de la graine; cela résulte forcément de la position occupée par l'extrémité libre des faisceaux (1). On retrouve la même nervation dans la graine du *Trichosanthes anguina*, du *Cyclanthera pedata*, etc. Au contraire, les graines des *Citrullus vulgaris*, *Ecbalium Elaterium*, *Lagenaria vulgaris*, etc., ont pour tout système vasculaire un raphé en boucle simple et sans ramifications. Mais il ne semble pas que l'on puisse établir de différence fondamentale entre ces graines et les précédentes; il faut les considérer comme dérivées du type que nous offre le *Momordica* par l'avortement des nervures latérales.

Nandirhobées. — La graine de *Feuillea*, remarquable par ses grandes dimensions et par la structure des cellules spiralées qui forment sa surface externe, se rattache exactement, par sa nervation, au type des Cucurbitacées à raphé simple. Cela, du reste, s'explique facilement, si l'on tient compte des grandes analogies qui rapprochent ces deux familles. Dans l'une et dans l'autre, le plan principal de l'embryon est constamment perpendiculaire à celui de l'enveloppe de la graine.

---

(1) Voy. pl. XI, fig. 12.

Rubiacées. — Le Café possède une nervation assez analogue à celle du *Laurus;* elle est contenue dans la membrane mince et transparente qui recouvre cette graine. La forme très-complexe de l'albumen du grain de Café rend assez difficile l'examen de sa nervation. Cependant, en détachant complétement la membrane, on peut s'assurer qu'elle possède un raphé pourvu dans sa longueur de quelques nervures pennées et terminé inférieurement par des nervures palmées, comme cela existe chez les *Laurus.* Le raphé suit le sillon que présente la face plane du grain de Café; par conséquent, on voit que le plan principal de la graine est parallèle à celui de l'embryon, qui est situé au sommet de l'albumen. Dans les Rubiacées indigènes (*Asperula*, *Rubia*, *Galium*), la forme de la graine est moins compliquée et la nervation est aussi plus simple. L'albumen présente la forme d'un ménisque concave du côté du raphé, convexe en dehors. Le raphé est un cordon simple qui s'enfonce dans la concavité de l'albumen. Le plan principal de l'enveloppe est parallèle à celui de la graine.

Ombellifères. — La famille des Ombellifères est certainement une des plus remarquables par son homogénéité; les nombreux genres qu'elle comprend ne diffèrent entre eux que par des caractères bien secondaires qui, dans d'autres groupes, ne dépasseraient pas la valeur de différences spécifiques. En ce qui concerne la graine, cette uniformité de type est très-manifeste. Sur plus de trente espèces appartenant à des genres complétement différents (*Hydrocotyle*, *Heracleum*, *Myrrhis*, *Bifora*, *Coriandrum*, etc.), je n'ai pu constater aucune variation importante. La graine se compose, comme on sait, d'un volumineux albumen corné, au sommet duquel se trouve un très-petit embryon, dont le plan principal est perpendiculaire à celui de la graine, et d'une enveloppe membraneuse mince. La nervation se réduit à un raphé simple qui naît près du micropyle et s'arrête un peu avant la chalaze se terminant en un pinceau plus ou moins étalé. On doit considérer ce faisceau comme représentant la nervure médiane du lobe séminal. La différence entre cette nervation et celle des graines où le raphé se termine brusquement à la chalaze même, et que j'ai rangées à la suite des graines palmées à la chalaze, peut paraître assez légère, mais il faut tenir compte de l'état de dégradation représenté par ces deux formes, circonstance qui augmente l'importance des moindres différences.

Labiées. — La graine des Labiées est formée d'un gros embryon enveloppé par une membrane très-mince, sans aucune trace d'albumen. Ces graines sont enfermées dans une enveloppe péricarpienne qu'il faut avoir bien soin de distinguer de la graine elle-même. La nervation de la graine se réduit à un seul faisceau naissant au hile et s'arrêtant au milieu de la face interne de la graine. Cette sorte de raphé, au lieu de se perdre comme cela arrive chez les Ombellifères, se termine dans un petit cercle plus coloré. Les plans principaux de la graine et de l'embryon sont constamment parallèles; je citerai, comme exemple de cette disposition, les graines suivantes : *Salvia Sclarea*, *Brunella vulgaris*, *Phlomis fruticosa*, etc.

De même que nous avons rejeté à la fin de l'ordre des graines palmées à la chalaze certains types qui, tout en s'y rattachant rigoureusement, offrent cependant d'importantes particularités, nous allons terminer l'examen du second ordre par l'étude d'une forme toute spéciale.

Staphyléacées. — La graine du *Staphylea pinnata* (pl. XI, fig. 3) est une des plus remarquables, au point de vue de la nervation. Elle possède un testa ligneux, lisse extérieurement sur toute son étendue, sauf une tache hilaire assez grande. Sur le bord externe de cette tache, on aperçoit un mamelon dans lequel est creusé le canal micropylaire. La tache hilaire présente cinq ou sept petites perforations disposées en un fer à cheval dont l'ouverture est tournée vers le micropyle. Ces trous donnent passage à autant de faisceaux vasculaires très-reconnaissables à l'œil nu, à cause de l'aspect satiné que leur donnent les trachées dont ils sont presque exclusivement formés. Grâce à cet éclat particulier, on peut les suivre dans l'épaisseur même de la paroi en sculptant pour ainsi dire celle-ci. On reconnaît ainsi que le faisceau qui part du trou médian, diamétralement opposé au micropyle, suit, sans se ramifier, le bord interne de la graine, et, arrivé à la chalaze, se termine par un large réseau vasculaire à mailles serrées, occupant presque toute la base plane de la graine. Chacun des trous latéraux correspond à un faisceau moins important, qui distribue ses ramifications dans les faces de la graine. La disposition des faisceaux au niveau du hile rappelle tout à fait l'insertion d'une feuille sessile ou celle d'un lobe de feuille dépourvu de pétiole. On voit, en outre, que les parties latérales du lobe se sont repliées l'une vers l'autre et que leur ligne de soudure est située sur le bord externe de la graine. Le faisceau médian, quoique plus important que les faisceaux latéraux, ne saurait être considéré comme ayant une origine à part; il n'a d'autre valeur que celle d'une nervure médiane. Dans cette graine, le plan principal de l'enveloppe est toujours perpendiculaire à celui de l'embryon.

TROISIÈME ORDRE. — GRAINES SANS RAPHÉ.

Borraginées. — L'exemple le plus net de cette disposition est fourni par la famille des Borraginées. La graine du *Cynoglossum pictum* (pl. X, fig. 18 et 19) a la forme d'un disque circulaire présentant sur son bord supérieur une saillie produite par la radicule. Le spermoderme est mince et membraneux; on aperçoit près de la base de la radicule l'insertion du funicule sur le spermoderme. De ce point partent quatre ou cinq nervures qui divergent immédiatement, se dirigent vers les bords du disque, et les contournent pour revenir sur la face externe et remonter vers le micropyle. Dans ce trajet, d'ailleurs, les nervures ne donnent pas naissance à des rameaux secondaires. Le plan principal de la graine est ici évidemment perpendiculaire à celui du disque formé par la graine elle-même. Il en est de même de celui de l'embryon. On voit que cette graine, malgré l'absence de raphé, est bien nettement anatrope. Il en est de même pour le *Lithospermum*, où l'insertion du funicule a lieu vers le centre de la face interne de la graine. Enfin, dans le *Symphytum officinale* (fig. 17, pl. X), on trouve une disposition un peu différente. La graine est piriforme; le hile, situé sur la partie renflée, offre l'aspect d'une large tache correspondant à l'insertion du gros funicule de ces graines ; mais les faisceaux vasculaires ne pénètrent dans le spermoderme que par un point situé au sommet de la tache hilaire. Dès son entrée, le faisceau se divise en trois branches, dont l'une remonte directement vers le micropyle, tandis que les deux autres descendent le long des bords de cette tache en émettant chacune deux ou trois branches qui remontent vers le hile et donnent des ramifications anastomosées entre elles, de manière à couvrir la graine d'un réseau vasculaire à larges mailles. Cette forme se retrouve dans les graines de *Borrago officinalis*, *Anchusa italica*, etc. La position des plans principaux est d'ailleurs toujours la même.

Tropéolées.— La graine du *Tropæolum majus* (pl. X, fig. 20), comme celle du Cynoglosse, est complétement dépourvue de raphé. A son entrée dans le spermoderme, le faisceau du funicule se divise en deux branches horizontales qui forment un collier autour de la base des cotylédons. De ce collier partent quatre ou cinq nervures se dirigeant vers la base de la graine et légèrement infléchies à leur partie inférieure. Aucune nervure ne part au contraire du collier principal pour se diriger vers le sommet de la graine.

Une disposition analogue s'observe sur les graines du *Canna indica.*

Parmi les Monocotylédones, une autre graine, celle du *Phytelephas,* nous fournit un type de nervation analogue aux précédents, quoique plus compliqué (pl. XI, fig. 10). Le hile est représenté ici par une large tache placée sur le côté de la graine, près du micropyle. Des différents points de la circonférence de cette tache partent douze ou quinze nervures assez grêles, qui descendent d'abord vers la base de la graine, puis se relèvent et remontent vers le micropyle en formant sur la surface de la graine une série d'anses concentriques. Les plus petites de ces anses proviennent des nervures naissant à la partie supérieure de la tache hilaire, les plus grandes naissent à la partie inférieure. En outre, des nervures secondaires naissent le long des précédentes, et s'anastomosant avec elles, donnent à l'ensemble le caractère d'une nervation réticulée.

Corylacées. — L'absence du raphé n'est pas toujours aussi nette que dans le cas précédent. Dans la graine du Noisetier (*Corylus rostrata*, pl. II, fig. 16), le hile, situé un peu au-dessous de la base de la radicule, sert d'origine à un faisceau très-court et qui, avant d'atteindre la moitié de la hauteur de la graine, disparaît en se divisant en faisceaux secondaires. On ne peut guère considérer le premier comme un raphé, c'est plutôt la réunion des faisceaux secondaires qu'un organe particulier. Les faisceaux secondaires se dirigent d'abord vers la chalaze, puis se recourbent bientôt pour remonter vers le micropyle. Ils affectent tous une forme ondulée assez caractéristique. Dans la même famille, le *Carpinus Betulus* (pl. XII, fig. 10) présente une nervation à peu près semblable. Le raphé suit le bord interne sur les deux tiers de sa longueur environ; là il se trifurque. La branche médiane, continuant à longer la commissure des cotylédons, chacune des latérales se trifurque à son tour pour fournir des nervures à l'une des faces de la graine.

Oléinées. — La graine de l'*Olea europæa* appartient encore au même type; elle est représentée dans la planche XII, fig. 4. On voit que les faisceaux de sa nervation sont remarquables par leur largeur et leurs fréquentes anastomoses. Les plans principaux de la graine et de l'embryon sont perpendiculaires entre eux. Ce dernier caractère se conserve dans les autres genres de la famille, *Fraxinus*, *Syringa*, *Ornus*, etc. Mais la nervation se réduit à un seul faisceau dans ce cas.

Légumineuses. — Cette grande famille est une des plus intéressantes du règne végétal au point de vue de l'étude de la graine; ces organes y sont en général assez gros pour que la nervation ait pu s'y développer complétement, et l'on y trouve une grande variété de forme. Les graines anatropes et les graines amphitropes y sont à peu près également représentées, et dans chacun de ces groupes on rencontre des graines se rattachant aux types les plus différents. Pour ne pas être obligé de séparer les différentes graines de cette famille, j'ai dû rejeter à la fin de la division des graines anatropes toutes celles qui ont cette forme. De plus, je commencerai la division suivante par les graines amphitropes de la même famille, dont l'unité, grâce à cet artifice, ne sera pas rompue.

M. Van Tieghem a bien voulu me permettre de me servir des recherches inédites fort étendues qu'il a faites sur ce sujet, et de combler ainsi une importante lacune de mon travail. J'ai, du reste, vérifié par moi-même la plupart des résultats de ses observations.

Dans toute la famille, l'orientation habituelle du plan principal des cotylédons est perpendiculaire au plan principal de la graine. Cependant M. Van Tieghem a trouvé, dans le genre *Cathartocarpus*, une exception remarquable : l'embryon dans ces graines a son plan principal constamment incliné à 45 degrés sur celui de la graine. Ce caractère s'ajoute à d'autres pour distinguer ce genre d'avec les vrais *Cassia*. J'ai constaté, d'autre part, que l'orientation du plan principal est variable dans les genres *Edwardsia* et *Baptisia*.

Dans les Légumineuses à graines anatropes, on retrouve la nervation palmée à la chalaze des Rosacées; cela est très-net chez l'*Arachis hypogea*, où le raphé se divise en huit ou dix branches presque simples et remontant jusqu'au micropyle.

Dans le *Guilandina Bonduc*, le nombre des branches s'élève à une quinzaine, elles sont en outre très-rameuses ; leurs divisions, s'anastomosant fréquemment, forment un réseau serré de nervures difficile à bien isoler, à cause de la résistance du parenchyme ambiant.

Mais ces formes à nervation riche sont les plus rares. Dans le *Ceratonia siliqua*, les nervures secondaires se réduisent à trois. Il en est de même dans le *Gymnocladus canadensis* et l'*Entada scandens*. Mais dans ces dernières graines, surtout dans la dernière, les branches latérales, au lieu de se distribuer aux faces de la graine, suivent le bord externe en accompagnant la branche médiane. Nous voyons donc la nervation tendre vers une forme réduite, déjà signalée et désignée sous le nom de nervation en *bouche complète*. C'est ce type qui existe chez la plupart des Césalpiniées, telles que les *Gleditschia*, *Cassia*, *Tamarindus*, *Poinciana*, etc., et chez les Mimosées, *Albizzia*, *Mimosa*, *Acacia*.

Le groupe des Geoffrées possède des graines à raphé pourvu dans toute sa longueur de ramifications palmées. La graine du *Coumarouna odorata* en offre un exemple ; le raphé, rectiligne et étendu du hile à la chalaze, donne naissance à une douzaine de ramifications courtes disposées suivant le mode penné.

Enfin, dans la tribu des Swartziées nous trouvons une forme assez singulière de nervation : le raphé, formé d'un large et puissant faisceau, dépasse l'extrémité des cotylédons et se relève jusqu'à la moitié environ du bord externe de la graine ; là il se termine par une plage circulaire, recouverte d'un lacis serré de faisceaux vasculaires. Cette forme, représentée dans la planche XI, fig. 11, est analogue d'ailleurs à celle que présente la graine du *Pistacia vera*.

Deuxième classe. — GRAINES AMPHITROPES.

Dans les graines amphitropes, je n'ai point rencontré de types aussi variés que dans les graines anatropes, ce qui probablement tient à l'abondance plus grande des graines de cette dernière classe ; cependant, comme je l'ai annoncé, les graines amphitropes présentent des types qui peuvent être rapprochés de ceux de la classe précédente. On peut notamment y distinguer des graines pourvues d'un vrai raphé de nature évidemment pétiolaire, et des graines dans lesquelles la foliole séminale se réduit à son limbe. Je n'ai point rencontré parmi les graines que j'ai étudiées le type à pseudo-raphé. Il est cependant probable que des recherches plus étendues le feraient connaître.

En attendant, nous n'aurons à examiner que deux ordres de graines amphitropes :

1° *Graines à raphé court ou nul.*

2° *Graines à raphé vrai.*

Ces deux ordres répondent au premier et au troisième de la classe précédente.

PREMIER ORDRE. — GRAINES A RAPHÉ COURT OU NUL.

Les graines amphitropes des Légumineuses appartiennent à diverses tribus. Dans celle des Phaséolées, en général elles se présentent avec un raphé court et des nervures secondaires bien marquées. La figure 9 de la planche XI représente la nervation du *Phaseolus vulgaris*. On sait que le hile linéaire de cette graine est situé dans la concavité de son bord interne. A peu de distance de l'extrémité inférieure du hile se trouve une petite bosse qui, peut-être, indique la chalaze, le raphé n'existe qu'entre ces deux points. Au-dessous de l'épaississement que je viens de signaler, il se trifurque; la branche médiane restant petite et faible, se dirige vers le sommet des cotylédons. Les deux branches latérales se relèvent au contraire immédiatement, longent les bords de la tache hilaire, et remontent vers la base de la radicule, imitant en quelque sorte le collier vasculaire de la graine de Capucine. Sur leur côté externe, ces branches émettent des rameaux plusieurs fois ramifiés qui vont s'éteindre vers le bord externe de la graine. Le micropyle, indiqué nettement par la terminaison de la radicule, est situé au voisinage de l'extrémité supérieure du hile, dans une position tout à fait opposée, par conséquent, à la direction que prennent les faisceaux vasculaires entrant dans la graine. Nous avons parlé plus haut de l'erreur de Mirbel au sujet de cette graine. J'ai figuré dans la planche XI, fig. 6, la nervation de la graine de *Lablab vulgaris :* elle est analogue à celle du Haricot, cependant le raphé y prend un développement sensiblement plus grand; c'est entre ces deux types que se partagent toutes les graines de la tribu.

Celles de la tribu des Dalbergiées offrent un mode de nervation tout à fait particulier. La figure 8, planche XI, représente la nervation de la graine de *Pongamia glabra*. On voit partir du hile, sur chacune des faces de la graine, une quinzaine de nervures étalées en éventail et reliées par un tissu de couleur foncé. Ce mode de nervation est un dérivé des nervations sans raphé, où, contrairement à ce qui se produit d'habitude, le nombre des nervures secondaires est très-considérable.

La graine de *Sophora secundiflora* présente une nervation tenant à la fois de celle des graines palmées à la chalaze et de celle des Phaséolées. On voit en effet (planche III, fig. 7) la nervation se composer d'un raphé palmé à la chalaze, mais qui, à peu de distance du hile, émet deux branches redressées verticalement et rappelant les branches secondaires principales de la nervation du Haricot.

Les Lotées ont en général une nervation beaucoup plus simple, réduite à un raphé qui s'arrête un peu avant la chalaze, ou à la chalaze même, ainsi que je l'ai constaté sur un grand nombre de genres de cette section.

Enfin, la tribu des Viciées offre des graines à nervation un peu différente. La figure 15 de la planche XII représente la graine de *Cicer arietinum*. On voit le raphé former un faisceau simple qui, partant du hile, contourne la graine jusque bien au delà de la chalaze; arrivé en un point à peu près directement opposé au hile, il se bifurque en donnant naissance à des branches enroulées en spirale sur chacune des faces de la graine. Dans la Fève de marais, on voit une disposition analogue, sauf que les bifurcations du raphé sont très-courtes; mais dans la plupart des *Vicia*, ces branches latérales disparaissent complétement. Enfin, chez les *Pisum* et les *Lathyrus*, le raphé simple forme une boucle incomplète autour de la graine.

DEUXIÈME ORDRE. — GRAINES A RAPHÉ VRAI.

La graine de l'*Anacardium occidentale* (pl. X, fig. 14) est une graine amphitrope, sans albumen, dans laquelle le plan principal de l'embryon est perpendiculaire à celui de la graine. Le spermoderme membraneux et simple qui la recouvre possède une riche nervation occupant la partie moyenne de son épaisseur. Pour apercevoir nettement les faisceaux, il est nécessaire d'enlever la couche externe de cette membrane, après macération dans l'eau. Le raphé naît à la base de la radicule, et suit le bord concave de la graine jusqu'à une bosse saillante située près du sommet des cotylédons et correspondant à l'épaississement chalazien que nous avons souvent observé. Arrivé en ce point, le raphé se divise brusquement en de nombreuses branches formant deux groupes égaux ; chacun de ces groupes se distribue sur une des faces de la graine, et aucune branche ne prolonge le raphé au delà de la chalaze. Nous avons donc ici une nervation palmée à la chalaze et dépourvue de nervure impaire : c'est un cas analogue à ceux du *Styrax*, du *Moringa*, etc. Toutefois les branches issues du raphé, après s'être ramifiées plusieurs fois, ont une terminaison un peu différente de celle que nous avons observée dans les graines ci-dessus. En effet, les extrémités libres des nervures se trouvent dans la graine d'*Anacardium*, tout le long du bord externe, au lieu de venir se réunir au voisinage du micropyle. La ligne de soudure des bords libres de la foliole séminale occupe donc ici une moitié du contour de la graine, comme nous l'avons vu chez les Laurinées.

Dans la graine de *Sapindus saponaria*, la nervation reproduit plus exactement la disposition de celle du *Styrax* ; ici en effet la graine, pourvue d'une enveloppe externe très-résistante, offre une nervation paire représentée dans la figure 5 de la planche XI. L'enveloppe externe de la graine porte une ouverture hilaire assez grande qui livre passage, sur un de ses bords, aux faisceaux du raphé. En un point diamétralement opposé de la périphérie de cette ouverture, on observe la pointe de la radicule indiquant la position primitive du micropyle. L'inflexion de la radicule ne serait pas une cause suffisante pour considérer cette graine comme amphitrope, si l'on ne constatait la présence d'un étui propre à cette partie de l'embryon, ce qui indique que les enveloppes du nucelle ont été courbées, comme l'est l'embryon. On conçoit en effet que l'embryon puisse se recourber sur lui-même dans la cavité du sac sans que la forme de celui-ci cesse d'être droite. Je crois qu'il en est ainsi, par exemple, chez les *Geranium*, et c'est ce qui me les a fait placer parmi les graines anatropes.

TROISIÈME CLASSE. — GRAINES ORTHOTROPES.

On sait que les graines orthotropes sont assez rares dans le règne végétal ; en outre, un assez grand nombre d'entre elles sont dépourvues de nervation : tel est le cas pour les Polygonées ; de sorte qu'elles ne sauraient fournir que peu de renseignements sur la structure de l'ovule. Les graines de cette classe les plus nettement nerviées que j'ai rencontrées sont celles des *Juglans*, des *Myrica*, et enfin du *Caryota urens*. M. Van Tieghem a signalé, en outre, celles de diverses Gymnospermes. Dans toutes ces graines, le mode de nervation est pelté, c'est-à-dire que le faisceau funiculaire, arrivé sous le centre de la chalaze, se divise en branches distribuées également dans toutes les directions. Ces branches remontent, en restant simples ou en se divisant, vers le micropyle.

Les figures 1 et 2 de la planche XII représentent la graine de *Juglans regia :* on voit les faisceaux naître du hile, se distribuer d'abord sur l'une des faces de la graine, puis contourner le bord et remonter sur l'autre face. Il n'y a plus ici un plan de symétrie nettement marqué, puisque la graine offre un axe de symétrie. Ce n'est pas à dire pourtant que cette enveloppe prenne dans ce cas le caractère d'une portion d'axe ; la présence d'un épiderme intérieur s'y oppose.

Dans la graine de *Caryota urens* (pl. XII, fig. 4), la nervation présente les mêmes caractères généraux, mais elle est plus simple, et comme la graine offre aussi une forme moins compliquée que la précédente, on y retrouve mieux le type pelté.

Enfin, la graine de *Myrica* peut, suivant les espèces, offrir une nervation très-simple, formée de quelques faisceaux remontant directement vers le micropyle, ou au contraire une nervation réticulée assez riche.

J'emprunte à M. Van Tieghem (1) les remarques suivantes, relatives aux graines orthotropes des Gymnospermes :

---

(1) Voyez le présent volume, p. 230.

« Tantôt la division a lieu exclusivement dans la zone interne » de la membrane, et les branches ne s'étendent que sous la sur- » face d'insertion du nucelle, en formant, suivant les dimensions » de cette surface, une griffe, une cupule (*Ephedra*) ou un dé à » coudre (*Ginkgo*). D'autres fois, sans rien envoyer sous la cha- » laze, le faisceau funiculaire produit plusieurs branches puis- » santes, qui s'élèvent dans la zone moyenne ou externe de la » membrane jusqu'au pourtour du micropyle. Il y a ordinaire- » ment deux branches simples dans les *Taxus*, *Cephalotaxus*, etc. » Ailleurs les deux modes coexistent. Le funicule donne trois » branches à l'ovule ; et pendant que les deux branches latérales » se relèvent dans la zone externe de l'enveloppe jusqu'au micro- » pyle, en demeurant simple (*Cycas*), ou bien en se trifurquant » d'abord à la base pour se bifurquer encore plus tard et donner » douze branches (*Zamia*, *Dioon*, etc.), la médiane se divise » dans la zone interne de la membrane, et suivant le mode pelté, » en nombreux rameaux qui rayonnent sur toute la surface » d'adhérence du nucelle. L'enveloppe possède alors un double » système vasculaire, comme on sait que cela arrive dans le limbe » de certaine feuille. »

Il est évident qu'on ne peut pas ici s'occuper de savoir si le plan principal de l'embryon est perpendiculaire ou parallèle à celui de la graine, qui, en réalité, n'est pas défini.

QUATRIÈME CLASSE. — GRAINES CAMPYLOTROPES.

On se rappelle que j'ai restreint l'application de ce nom aux graines dans lesquelles la chalaze étant superposée au hile, le nucelle a subi une courbure ramenant le micropyle au voisinage du hile. Ces graines sont assez répandues, beaucoup plus que les graines orthotropes. Mais, comme chez ces dernières, il arrive très-souvent que le système vasculaire est à peu près complétement avorté, il n'y a qu'un petit nombre de graines où il soit nettement développé.

Je citerai en première ligne celle de l'*Æsculus Hippocastanum* (pl. XII, fig. 5-7). Les nervures de cette graine existent près de la surface interne de l'enveloppe; elles ne sont séparées de l'embryon que par une couche assez mince. Tout le monde connaît cette graine plus ou moins globuleuse et sa large tache hilaire. On sait que l'extrémité de la radicule se trouve sur un point du contour de cette tache. Les faisceaux vasculaires pénètrent dans la graine seulement par la partie centrale de la tache hilaire. Ils se divisent immédiatement en rameaux disposés suivant le mode pelté, et les nervures primaires donnent naissance à des rameaux secondaires anastomosés, de manière à produire une nervation réticulée. Les nervures se dirigent vers la base de la radicule où elles se terminent. Si l'on considérait seulement cette portion de la graine, on verrait qu'elle ne diffère d'une graine orthotrope que par le moindre développement de la portion en contact avec la radicule. Mais la position de cette radicule, rabattue le long d'une des faces de la graine, indique la courbure du nucelle, car elle possède une enveloppe propre qui s'est repliée avec elle sur la base de la graine. Ce caractère permet d'affirmer que la courbure actuelle de l'embryon représente bien la courbure primitive du nucelle.

Ces deux éléments ne sont pas toujours liés; il peut arriver qu'un embryon droit se développe dans un nucelle courbe; j'en citerai deux exemples bien connus appartenant tous les deux aux graines campylotropes sans nervure : ce sont, d'une part l'Acanthe, de l'autre le Maïs. Pour ce qui est du Maïs, la campylotropie en a été démontrée par Mirbel et Spach (1). Le sac embryonnaire se courbe avec le nucelle, et l'embryon, développé vers l'extrémité micropylaire de cette cavité, peut rester droit, malgré la courbure du sac.

Les choses se passent un peu autrement pour l'Acanthe. M. J. E. Planchon (2) a montré que la campylotropie de l'ovule dans cette plante est due à la grande longueur du canal micropylaire et uniquement à la disposition des téguments. Le sac embryonnaire et l'embryon qui s'y développe occupent, par rapport à la chalaze, la même position que si la graine était orthotrope. Au contraire, il ne paraît pas impossible que l'embryon prenne, dans l'intérieur du sac resté droit, une forme plus ou moins contournée, mais alors on ne verra pas sur la graine les téguments suivre la courbure de l'embryon.

---

(1) *Ann. des sc. nat.*, 2^e série, t. XI, p. 200.

(2) *Ibid.*, 3^e série, t. IX, p. 72.

Convolvulacées. — Les graines de cette famille offrent un type curieux de graines campylotropes nerviées. Prenons pour exemple celle du *Calystegia sepium*. Dans les genres *Ipomœa*, *Convolvulus*, etc., on retrouverait les mêmes caractères. La graine possède une enveloppe noire à la maturité, qui peut facilement s'enlever après macération dans l'eau. Une seconde membrane incolore entoure l'embryon; celle-ci présente le long de l'arête de la graine un sillon profond dont les bords sont rapprochés dans l'état naturel. Les faisceaux qui naissent du hile, au nombre de trois, se séparent immédiatement; deux suivent les bords du sillon que je viens de mentionner, le troisième en occupe le fond. Ils se terminent tous les trois au niveau de l'origine de la radicule. Le plan principal de la graine est parallèle à celui de l'embryon.

Un grand nombre d'autres plantes possèdent des graines campylotropes complétement dépourvues de nervation. Je citerai notamment toutes les Crucifères, dans lesquelles on ne trouve aucun vaisseau, sauf quelquefois une étroite cupule vasculaire sous la chalaze. Ensuite la plupart des familles constituant le groupe des Cyclospermées, telles que : Phytolaccées, Nyctaginées, Amarantacées, Chénopodées, Caryophyllées.

Pour terminer ce qui est relatif aux graines campylotropes, il me reste à examiner une forme assez fréquente, qui constitue une sorte de passage entre les graines campylotropes et les amphitropes. Cette forme est représentée sous deux aspects un peu différents : d'une part chez les Acérinées, de l'autre chez les Malvacées. La figure 9 de la planche XII représente la nervation de la graine de l'*Acer Pseudoplatanus*. La forme contournée de l'embryon et l'existence d'un étui radiculaire démontrent que le nucelle était courbe. On voit en même temps que la nervation, concentrée tout entière sur une surface peu étendue placée à la base de la graine, représente assez exactement la cupule chalazienne d'une graine orthotrope. Mais les faisceaux, au lieu d'arriver dans le spermoderme perpendiculairement au plan de la chalaze, et de s'étaler à la manière des nervures d'une feuille peltée, pénètrent au contraire latéralement ; de sorte que l'on pourrait considérer cette graine comme graine amphitrope ayant son hile très-bas et une nervation réduite à une griffe chalazienne. Imaginons, par exemple, que dans la graine de l'*Agrimonia*, dans la planche X, le raphé se raccourcisse beaucoup, le hile descendant auprès de la chalaze ; ou que, dans la graine de *Quercus*, de la même planche, les nervures verticales avortent, nous aurons à la courbure, près du nucelle, la disposition propre à la graine d'*Acer*. Il serait donc peut-être plus logique de rapporter celle-ci à la classe des amphitropes, bien que, dans son ensemble, elle se rapproche en définitive beaucoup des graines campylotropes.

La graine des *Solanées* et celle des *Malvacées*, ainsi que les familles voisines, présentent une disposition assez semblable.

CHAPITRE III.

CONSTITUTION MORPHOLOGIQUE DE L'OVULE.

Dans le chapitre précédent, j'ai exposé les faits relatifs à l'anatomie des enveloppes de la graine, et j'ai, au fur et à mesure de la description des divers types, indiqué comment les dispositions les plus variées du système vasculaire pouvaient s'expliquer en considérant les téguments séminaux comme un lobe de la feuille carpellaire repliée en forme de sac autour du nucelle. Cette comparaison détaillée montre surabondamment que cette hypothèse est admissible, qu'elle n'est sujette à aucune objection, au moins en ce qui concerne le mode de distribution des faisceaux. Mais, pour arriver à une démonstration tout à fait complète, il faut s'assurer, d'une part, qu'il n'existe pas en dehors de la nervation quelque caractère susceptible de contredire notre manière de voir, et, d'autre part, qu'il n'y a pas, parmi les idées déjà émises sur le même sujet, quelque théorie s'accordant aussi bien que la nôtre avec les faits connus, et pouvant, par conséquent, être mise en concurrence avec elle jusqu'à plus ample informé.

Examinons d'abord le premier point. Il s'agit de savoir si l'on peut s'en rapporter au seul caractère du système vasculaire pour affirmer la nature foliaire d'un organe. On se rappelle que M. Van Tieghem a donné comme critérium, pour la distinction entre les axes et les appendices simples, le mode de symétrie des faisceaux vasculaires qui, dans un axe, sont rangés en cercle autour d'une moelle continue, les trachées étant tournées vers le centre, tandis que dans un appendice isolé, on ne trouve plus qu'une symétrie bilatérale. Les principales objections énoncées contre cette définition ont été formulées par M. Trécul (1). Tout récemment, le même savant a repris cette question dans une communication présentée à l'Académie le 16 septembre 1872 (2). Tout en contestant les faits pour quelques cas particuliers, M. Trécul ne tire pas de ces prétendues inexactitudes son argument le plus considérable. Ce qu'il veut surtout, c'est démontrer qu'il n'y a point de ligne de démarcation absolue entre l'axe et l'appendice, qu'aucune différence essentielle ne permet de distinguer le rameau de la feuille et de les considérer comme des organes irréductibles. Malgré l'autorité d'un tel maître, je pense que la véritable question n'est pas là. M. Van Tieghem n'a jamais cherché à discuter la valeur des différences qui séparent la tige de la feuille; il a simplement voulu donner une base fixe au raisonnement qu'on édifie à propos de la théorie des métamorphoses. Il a cherché en même temps à remplacer, par un critérium précis, les semblants de preuves tirés des simples analogies, à substituer une méthode générale et toujours applicable à la méthode tératologique si souvent en défaut, si souvent même ambiguë dans ses résultats.

L'organogénie s'était proposé le même but, mais sans succès; la méthode anatomique, toujours claire et précise, a tout au moins l'avantage d'introduire un grand nombre de faits intéressants et parfaitement positifs dans la science. Peut-être en viendra-t-on un jour à étudier la structure de la fleur, du fruit et de la graine, par la description pure et simple des différents tissus qui composent ces organes, de leurs rapports d'insertion et de forme, en abandonnant complétement les idées de Gœthe. Mais, tant que l'on conservera les formes de langage qui découlent de cette hypothèse générale, il ne peut y avoir que des avantages à posséder une définition précise de ce qu'on appelle la feuille.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LX.

(2) *Ibid.*, t. LXX.

Cette définition a été cherchée en dehors de la voie de la méthode anatomique, dans des faits physiologiques. A une certaine époque, on a cru que la feuille ne pouvait jamais porter de bourgeons ; des exceptions nombreuses et bien connues ont fait abandonner ce critérium. Plus tard, c'est au mode de développement longitudinal qu'on a demandé une distinction plus sûre. Les beaux travaux de M. Trécul sur l'allongement des feuilles ont décidé tout le monde à renoncer aux prétendues lois posées avant lui.

Plus récemment, un botaniste distingué, qu'une mort glorieuse est venue trop tôt ravir à la science et à l'enseignement, M. Ch. Cave (1), a cru trouver un nouveau critérium dans le mode d'épaississement des feuilles.

Les recherches de M. Cave sont exposées dans une thèse soutenue le 3 novembre 1869, devant la Faculté des sciences de Paris, *Sur la structure et le développement du fruit* (2). Le but de ce travail est l'analyse morphologique du fruit, dans lequel l'auteur admet que l'axe peut se trouver représenté en même temps que les feuilles carpellaires. Il cherche à distinguer, dans ces organes complexes, la portion qui appartient à l'axe et celle qui résulte du développement des feuilles. Suivant M. Cave, le trait caractéristique de l'accroissement en épaisseur dans les feuilles est l'existence d'une couche génératrice placée entre le mésophylle et l'épiderme supérieur, et donnant naissance à de nouvelles assises de parenchyme. Cette couche génératrice se trouve donc située sur la face trachéenne ou interne des faisceaux de la feuille. Dans les axes, au contraire, l'accroissement en diamètre se fait par une couche située en dehors des faisceaux déjà constitués. Sans avoir à m'occuper ici des conclusions relatives à la nature du fruit, je me trouvais obligé de vérifier par moi-même la valeur de ce caractère, afin d'en tenir compte au besoin à propos de la graine.

---

(1) M. Ch. Cave a été tué le 17 octobre 1870 dans les rangs de la garde nationale qui défendait Dijon contre les armées allemandes.

(2) *Ann. sc. nat.*, 5^e série, t. X.

M. Cave passe légèrement sur les preuves à l'appui de son opinion; il cite un petit nombre d'exemples seulement, et, dans une figure assez imparfaite empruntée à la feuille du Rosier, il représente vaguement la couche génératrice déjà hors d'activité, qu'il croit avoir découverte. C'était cependant là le point essentiel, car, avant d'appliquer le nouveau critérium aux appendices plus ou moins transformés qui peuvent exister dans le fruit, il eût été nécessaire de montrer que, dans les vraies feuilles, l'épaississement offre bien quelques caractères particuliers. Une observation empruntée aux travaux de M. Trécul, sur le *Nuphar luteum* (1), est loin d'être concluante. Dans cette plante, le limbe d'une feuille encore jeune est composé de séries de cellules disposées parallèlement à l'épiderme, tandis qu'à l'âge adulte, il offre les deux couches que tout le monde connaît. M. Cave en conclut que le tissu perpendiculaire s'est formé tardivement, et que, par conséquent, ses couches immédiatement appliquées sous l'épiderme supérieur sont les plus jeunes de toute la feuille. Ce raisonnement pèche par la base, et du phénomène observé on peut tirer une autre conséquence, à savoir, que, dans la feuille jeune, les cellules voisines de l'épiderme supérieur avaient encore une forme à peu près régulière, qu'elles ont perdue par le progrès de l'âge, de manière à devenir méconnaissables en prenant la forme de tissu perpendiculaire. Cela explique l'augmentation d'épaisseur de la feuille, sans qu'il y ait eu production de nouvelles cellules. Sur la face inférieure de la feuille, l'épaississement se produit par la production et l'accroissement des méats intercellulaires pendant la même période.

---

(1) *Ann. sc. nat.*, 3^e série, t. IV, p. 315.

Depuis la publication de cet ouvrage, M. Cave est revenu sur le même sujet, en adressant à l'Académie des sciences deux notes sur le mode d'épaississement des feuilles (1). Quoique plus détaillés, ces nouveaux documents ne me paraissent pas plus concluants.

J'ai, de mon côté, repris l'étude de la question. Afin de rendre les observations plus faciles, je me suis adressé à des espèces dont les feuilles prennent, à l'âge adulte, une épaisseur assez considérable, choisissant de préférence celles qui, par leur tissu solide, se prêtent le mieux à l'obtention de coupes très-minces, et qui, en même temps, permettent de se procurer facilement des bourgeons, et par conséquent, des feuilles très-jeunes. Les *Ficus elastica*, *Rhamnus Alaternus*, *Veronica speciosa*, parmi les Dicotylédones, sont les espèces que j'ai étudiées le plus spécialement. L'*Iris germanica*, parmi les Monocotylédones, se prête aussi très-bien à ces recherches. J'ai même pu suivre, en usant de quelques précautions, le développement de feuilles très-épaisses et très-charnues, comme celles du *Sempervivum tectorum*. J'ai cherché à constater si le nombre de couches cellulaires comprises entre les faisceaux et l'épiderme supérieur subit quelque accroissement pendant le développement de la feuille, ainsi que cela résulterait nécessairement du jeu d'une couche génératrice placée dans cette région, et je n'ai jamais rien trouvé de semblable. On ne voit pas non plus se produire de ces files parallèles de cellules si faciles à reconnaître dans la couche génératrice d'un axe. Il faut donc expliquer l'accroissement en épaisseur de la feuille uniquement par l'accroissement individuel des cellules et non par leur multiplication. Les divisions se font, dans les cellules d'une feuille, par des cloisons perpendiculaires au plan du limbe, pour augmenter la superficie de la feuille, et non pas par des cloisons parallèles. En outre, la production de méats, souvent très-considérables, contribue beaucoup à l'épaississement sur la face dorsale de la feuille.

---

(1) *Sur la zone génératrice des appendices végétaux* (*Comptes rendus*, 4 juillet 1870). — *Sur la zone génératrice des appendices chez les Monocotylédones* (*Comptes rendus*, 16 août 1871).

La conclusion à tirer de ces faits, c'est que la couche génératrice indiquée par M. Cave n'existe pas et qu'il n'y a point lieu de tenir compte de ce caractère pour déterminer la signification d'un organe. On peut remarquer, de plus, que la comparaison faite entre la couche génératrice des feuilles et celle de l'axe est défectueuse en ce que la première n'aurait formé que du parenchyme, tandis que la seconde est destinée à fournir de nouveaux éléments aux faisceaux. Il n'est pas exact de dire, au moins pour les dicotylédons, que cette dernière est située en dehors des faisceaux déjà formés, puisque, au contraire, elle traverse ces faisceaux, passant en dehors de la partie ligneuse, mais en dedans de la partie libérienne. Si dans les appendices il existait une couche génératrice du parenchyme, il faudrait lui chercher un pendant dans les zones corticale ou médullaire qui représentent le parenchyme primitif de l'axe, et non point la comparer avec un tissu appartenant aux faisceaux eux-mêmes.

J'ai donc pu laisser de côté complétement l'étude du développement en épaisseur des téguments séminaux, sans craindre de négliger un caractère capital pour leur détermination morphologique, et m'en rapporter exclusivement au critérium tiré de la disposition des faisceaux, le seul qui ne soit pas ruiné dans son principe par les objections auxquelles il a pu donner naissance.

Il y a lieu maintenant d'examiner le second point indiqué ci-dessus et de rechercher si quelqu'une des opinions émises au sujet de la nature de l'ovule mérite d'être prise en considération.

L'interprétation morphologique de l'ovule n'a pu que succéder aux travaux qui ont fondé l'anatomie de cet organe. Mirbel, R. Brown et même M. Brongniart, dans leurs mémoires sur l'ovule, ne traitent point la question morphologique. Cependant, dès 1814, Jäger avait observé des carpelles d'*Aquilegia vulgaris* qui, demeurés ouverts, portaient sur leurs bords de petits lobes verts à la place où auraient dû se trouver les ovules; ces lobes semblaient représenter des ovules transformés, et c'est ainsi que les désigne, en effet, l'auteur de ces observations. C'est le propre de certains faits tératologiques de mettre en évidence, pour tout esprit non prévenu, la vraie nature d'un organe. Mais de pareils accidents sont rares, et les conclusions que tire un observateur bien inspiré tombent facilement dans l'oubli.

Aussi, voyons-nous, en 1831, M. Engelmann revenir à des idées tout autres, en s'appuyant sur des observations faites par C. Schimper sur des fleurs monstrueuses de *Reseda lutea*. Il constate que les téguments de ces ovules monstrueux ne sont pas fermés, mais se sont changés en folioles convolutées, sur lesquelles se dressent souvent des vestiges de l'embryon (nucelle). Qu'enfin la foliole peut devenir tout à fait plane, tandis que d'autres avortent ou ne laissent que des rudiments présentant l'apparence d'une petite tige. Aussi croit-il ne point s'écarter beaucoup du vrai en comparant ces ovules transformés aux bulbilles de certaines Liliacées. Pour lui, les ovules représentent une métamorphose ascendante des bourgeons. Les téguments de l'ovule représentent les feuilles du bourgeon, le funicule en est l'axe. Si l'ovule est affecté de métamorphose rétrograde comme dans les fleurs virescentes, les feuilles séminales reprennent leur véritable aspect, ainsi que l'axe qui les porte.

Voilà l'énoncé, donné en passant, d'une théorie très-répandue d'après laquelle l'ovule représenterait un bourgeon. Mais M. Engelmann n'a été sur ce point que le précurseur de M. Schleiden, qui a surtout contribué à répandre l'opinion précédente, qui en a fait un point important de doctrine et l'origine de toute une série d'explications théoriques. Aussi revient-il, dans presque tous ses écrits sur ce point, à la démonstration duquel il apporte une très-grande vivacité. D'ailleurs, il paraît bien clair que ce n'est pas en se basant sur les considérations anatomiques précises, ni même sur de simples analogies, que M. Schleiden a été conduit à faire de l'ovule un bourgeon ; il a au contraire accepté cette idée comme une sorte d'axiome qui lui a servi de base pour édifier sa célèbre théorie touchant la nature axile des placentas.

Et en effet, si l'on consent à accepter de vagues ressemblances comme base du raisonnement, on peut créer de séduisants rapprochements entre ces deux corps reproducteurs : l'ovule et le bourgeon. De même que la graine, c'est-à-dire l'ovule complètement développé, le bourgeon peut, dans certains cas, servir à la multiplication de la plante mère et donner naissance à des individus complétement séparés d'elle. Lorsque le bourgeon prend certaines formes particulières, celle de bulbille par exemple, il peut être semé tout à fait comme une graine. Toutefois cette ressemblance est plus apparente que réelle.

Remarquons d'abord qu'au point de vue physiologique, la reproduction par bourgeon diffère essentiellement de la reproduction par graine. Le bourgeon continue l'individu dont il provient, en conservant fidèlement ses caractères propres; ceux qui n'appartiennent pas à l'espèce, qui même sont trop particuliers pour constituer une variété. La reproduction par graine offre des caractères bien différents, puisque, tout en conservant l'espèce, elle laisse libres ces variations intéressantes dont la culture tire un si grand parti.

En second lieu, la graine est, dans sa constitution, plus complexe que le bourgeon. Si nous la prenons dans son type le plus complet, nous y trouvons trois sortes d'organes caractérisés par des rôles bien différents. Premièrement, l'embryon, c'est-à-dire une partie plastique qui, tout entière et en nature, entrera dans la constitution du nouveau végétal. Deuxièmement, le périsperme, accumulation de matières organiques déposées près de l'embryon, en vue de favoriser ses premiers développements. Cette seconde partie est utile sans doute et joue un rôle important dans la germination, mais ces éléments chimiques n'entrent dans les tissus de la nouvelle plante qu'après une élaboration dans laquelle les éléments anatomiques perdent leur existence propre. Il y a même plus, cette matière nutritive peut être suppléée, au moins dans certains cas, ainsi que l'ont montré les récentes expériences de M. Van Tieghem sur la Belle-de-nuit (1). Troisièmement, enfin, les téguments de la graine, qui n'ont aucun rôle essentiel à jouer pendant la germination, et dont l'utilité paraît se borner à la protection de l'embryon pendant la période de repos. Dans le bourgeon, on ne saurait retrouver l'analogue de ces deux dernières sortes d'organes; il n'y a rien de semblable à l'albumen, encore moins aux téguments; le bourgeon tout entier est l'analogue, l'équivalent de la partie plastique, c'est-à-dire de l'embryon contenu dans la graine. C'est donc entre le bourgeon et l'embryon seul qu'il faut établir une comparaison. Mais à l'époque où la graine était ovule, qu'est-ce qui représentait l'embryon? La seule vésicule embryonnaire. Si donc on veut s'appuyer sur le rôle reproducteur des organes que nous comparons, pour faire naître l'idée d'une équivalence morphologique, il faut mettre en parallèle, d'une part, un organe fort complexe; de l'autre, une simple masse plasmique : cela est évidemment impossible, et nous pouvons affirmer, par conséquent, que les considérations physiologiques n'apportent aucun appui à la théorie de Schleiden.

---

(1) Mémoire lu au Congrès de Bordeaux (septembre 1872), et qui sera inséré aux *Annales de l'École normale supérieure*, 2e série, t. II.

D'ailleurs, les preuves historiques montrent que c'est bien l'ovule tout entier qu'on a voulu assimiler à un bourgeon. Voyons comment les disciples du fondateur de cette théorie ont cherché à préciser les termes de la comparaison.

Les *Eléments de botanique* d'Endlicher et Unger parurent en 1843. D'après ces auteurs, l'ovule représente un axe qui, à la différence des autres formations analogues, manque constamment et normalement de tout organe appendiculaire. Il apparaît toujours sous forme d'un petit mamelon cellulaire à la surface du placenta. Plus tard, on peut y discerner deux parties distinctes : une base pourvue de faisceaux (le funicule), et une partie supérieure, purement cellulaire (le nucelle). Cette dernière portion est le plus souvent entourée de membranes analogues, quant à la nature, aux disques floraux de beaucoup de plantes. Cette interprétation, adoptée en 1859 par Schacht, dans son *Manuel d'anatomie et de physiologie végétale*, est sujette à bien des objections. On ne voit jamais dans les organes végétatifs un axe perdre brusquement, à un certain niveau, ses faisceaux. Si la terminaison d'une tige est uniquement formée de parenchyme cellulaire, au moins est-il incontestable que les cordons vasculaires se continuent par des traînées d'un tissu cellulaire particulier représentant l'ébauche de futurs vaisseaux. En outre, le caractère propre des disques floraux est l'absence de faisceaux vasculaires, tandis que les enveloppes de l'ovule en contiennent très-souvent au delà de la terminaison du raphé, ainsi que nous l'avons montré.

En 1860, Al. Braun expose d'autres idées dans un mémoire sur le *Cœlebogyne*. Pour lui, les téguments de l'ovule sont bien de nature foliaire; mais, dit-il, rien ne le porte à y voir, avec M. Brongniart, des dépendances de la feuille carpellaire. Ce sont des feuilles autonomes appartenant à l'axe du bourgeon séminal, axe représenté par le nucelle. Quant au funicule, l'auteur ne décide point s'il fait partie du système ovulaire ou s'il dépend du carpelle. Cette nouvelle théorie constitue sans doute un progrès sur la précédente, en ce sens qu'elle tient compte de la transformation possible de l'ovule en feuille, mais elle n'est pas exempte non plus d'objections. L'ordre d'apparition des membranes semble la contredire. On sait depuis longtemps que la secondine apparaît avant la primine contrairement à ce qui devrait se produire si ces membranes étaient deux des feuilles d'un même rameau, et Reisseck avait déjà fait valoir cette objection importante. Al. Braun croit pouvoir admettre que la portion de l'axe qui porte la primine est plus jeune que la base d'insertion de la secondine, tandis que dans un axe ordinaire les portions les plus basses sont les plus âgées, et M. Caspary est d'accord avec lui sur ce point particulier, bien qu'il défende une manière de voir tout à fait différente. Quoi qu'il en soit de cette explication assez hypothétiques, rien dans le mode d'insertion des faisceaux de la primine sur ceux du raphé ne saurait rappeler l'insertion d'une feuille sur son axe. Enfin, la disposition des faisceaux dans le raphé est celle qu'ils affectent dans un pétiole et non point dans un axe.

La dernière interprétation proposée pour assimiler l'ovule à un bourgeon est due à M. Caspary, qui l'a publiée dans un travail relatif à des fleurs virescentes de *Trifolium repens*. Pour ce savant botaniste, le nucelle seul dans l'ovule est de nature gemmaire, c'est un bourgeon porté sur la surface d'une feuille, disposition assez rare dans le règne végétal, mais dont on connaît cependant des exemples chez les *Bryophyllum calycinum*, *Malaxis paludosa*, etc. Ce bourgeon serait implanté à la surface d'un lobe de la feuille carpellaire, modifiée pour constituer la primine. On voit que cette manière de comprendre l'ovule ne diffère de la nôtre que sur un point. M. Caspary prétend que le nucelle est un bourgeon normalement dépourvu d'appendice, tandis que je rejette ce terme que rien ne justifie dans le cas présent. En effet, un bourgeon est un organe complexe à structure hétérogène, c'est une courte tige chargée de feuilles à peine ébauchées, presque une plante en raccourci. Quelle raison peut-on alléguer pour conserver ce nom à une masse exclusivement cellulaire comme le nucelle? N'est-il pas bien plus simple et bien plus logique de dire tout simplement que le nucelle est une masse cellulaire, une sorte de poil composé (1) fixé sur la primine.

J'ai tenu à grouper, dans la revue précédente, toutes les tentatives faites d'après les théories de M. Schleiden, sans en interrompre l'exposition par la mention des essais tentés simultanément dans une autre direction. J'ai par là sacrifié l'ordre chronologique, mais cette manière de procéder met en évidence un fait bien remarquable. Au fur et à mesure que les observations se multipliaient, les partisans de la théorie gemmaire étaient entraînés à se rapprocher de plus en plus des idées que je soutiens, à tel point qu'il n'y a presque qu'une différence de mots entre le dernier énoncé donné par M. Caspary et celui de M. Van Tieghem. Or, si d'un point de départ aussi lointain que les opinions d'Endlicher et Unger, on en est arrivé au point de vue de M. Caspary, c'est qu'il y a dans les faits eux-mêmes une force de démonstration qui s'impose aux esprits les plus prévenus.

---

(1) On a souvent critiqué l'expression que j'emploie ici pour exprimer la nature du nucelle. Beaucoup de botanistes (la majorité, je dois le reconnaître) refusent d'admettre une assimilation entre un organe aussi important physiologiquement que le nucelle, et des productions accessoires, comme paraissent l'être les poils épidermiques ordinaires. Sans attacher à une question de mots une excessive importance, je crois cependant devoir montrer que cette expression n'a rien d'incorrect. Je ferai remarquer d'abord qu'elle n'implique rien autre chose que l'idée d'un cylindre purement cellulaire naissant d'une surface épidermique à laquelle il est perpendiculaire, caractères qui conviennent fort bien au nucelle. En second lieu, les poils, acceptés comme tels par tout le monde, n'ont aucune spécialisation physiologique ; il en est qui paraissent jouer le rôle d'organes absorbants, d'autres qui sont sécréteurs, d'autres enfin qui n'ont aucune fonction définie. On peut donc, sans craindre de créer une confusion fâcheuse, étendre leur dénomination à tout organe qui possède la même structure et provient de la même origine. D'ailleurs on pourrait remplacer le mot de *poil* par celui de *trichome* emprunté aux auteurs allemands.

Il me reste maintenant à analyser les travaux qui ont conduit à considérer les membranes de l'ovule comme une dépendance de la feuille carpellaire. C'est à M. Brongniart que revient la première idée de cette théorie. Dès 1844, dans un mémoire sur des fleurs monstrueuses de *Delphinium elatum*, de *Brassica* et de diverses *Primulacées* et *Silénées* (1), l'éminent professeur décrit des ovules transformés en lobes de feuilles. Les observations faites sur le *Delphinium* sont particulièrement concluantes à cause des nombreuses transitions qu'offrent les carpelles figurés entre l'ovule parfait et de simples lobes de feuilles. On voit que « chaque ovule correspond à un lobe ou grand denticule de la » feuille carpellaire ; son funicule, ainsi que le raphé jusqu'à la » chalaze, est formé par la nervure médiane de ce lobe latéral; » le tégument extérieur ou primine n'est autre chose que ce » lobe foliacé, replié sur lui-même et formant une sorte de » capuchon; le nucelle, au contraire, est une production nouvelle, un mamelon celluleux développé à la face supérieure de ce » lobe et dans le fond de la cavité qu'il a formée. » Les conclusions générales répètent ce passage, au moins en ce qui concerne l'immense majorité des Phanérogames. Mais pour les Primulacées, les Myrsinées, les Théophrastées, et probablement aussi les Santalacées, les ovules correspondraient chacun à une feuille entière portée directement sur le prolongement de l'axe floral. Nous verrons plus loin les réserves qu'il faut faire relativement à cette exception au plan général dans les Primulacées et les familles voisines. Quant aux Santalacées, on considère en général aujourd'hui leurs ovules comme dépourvus d'enveloppes et réduits au nucelle; il n'y a pas lieu, par conséquent, de s'en inquiéter ici.

La précision des descriptions, la rigueur des raisonnements et la simplicité des résultats, auraient dû, ce semble, faire accorder plus de crédit aux conclusions de ces recherches. Mais sans doute que le petit nombre de plantes étudiées, la difficulté de répéter les observations, se seront opposés à l'adoption de cette doctrine qui ne paraît guère avoir laissé de trace dans les ouvrages postérieurs.

---

(1) *Archives du Muséum*, t. IV, p. 43.

Il faut, en effet, attendre vingt ans pour voir reparaître des idées semblables, dans un important travail de M. C. Cramer, sur les *Monstruosités de quelques familles végétales* (1). La méthode de l'auteur est toute semblable à celle de M. Brongniart ; c'est uniquement à la tératologie qu'il emprunte ses arguments. Mais il profite habilement des recherches faites depuis 1844, et son mémoire offre un recueil remarquable de renseignements historiques. J'y ai, pour ma part, puisé de nombreux détails. D'ailleurs, rien ne saurait mieux, que ce consciencieux relevé de tous les faits que possède la science, montrer combien sont rares les sujets d'observation pour la méthode tératologique. Sur cinq familles, aussi importantes par le nombre des espèces que par celui des individus (Primulacées, Composées, Ombellifères, Renonculacées et Légumineuses), M. Cramer ne cite que sept genres où la virescence des ovules ait été observée avant lui. Ce sont les genres *Primula*, *Anagallis*, *Lysimachia*, *Aquilegia*, *Delphinium*, *Pæonia* et *Trifolium ;* il ajoute les espèces suivantes observées par lui : *Senecio vulgaris*, *Thysselinum palustre*, *Melilotus macrorrhiza ;* en tout dix genres seulement. C'est déjà une grande infériorité pour la méthode que d'offrir une si grande difficulté de vérification. En outre, les monstruosités exigent toujours une étude délicate, si l'on veut éviter de fausses interprétations, et une démonstration basée sur des faits de cet ordre peut laisser des doutes dans l'esprit de ceux qui n'ont pu voir les objets eux-mêmes ; aussi n'est-il pas étonnant que des travaux du genre de celui-ci entraînent peu de convictions. M. Duchartre (2), après avoir indiqué les conclusions de M. Cramer, réclame de nouvelles preuves avant de se rendre, et nombre de botanistes ont dû en faire autant.

---

(1) *Bildungsabweichungen beieinigen Pflanzenfamilien*, etc. Zürich, 1864.

(2) *Éléments de Botanique*, p. 595.

Quant aux résultats, ils ne diffèrent point des conclusions de M. Brongniart, si ce n'est parce que M. Cramer ajoute les Composées à la liste des familles dans lesquelles l'ovule représente une feuille entière. Il se fonde pour cela sur la présence d'un bourgeon à l'aisselle de la petite feuille qui remplace l'ovule dans des fleurs monstrueuses de *Senecio* (1). Si l'on admet que les placentas peuvent être de nature axile, cette observation n'offre rien de singulier; mais si l'on croit, au contraire, que toujours les placentas font partie d'un organe foliaire, on sera sans doute fort tenté de croire à une erreur dans cette observation si délicate. Les caractères tirés du mode de nervation ne sauraient évidemment décider si l'on a sous les yeux une feuille entière ou un simple lobe de feuille. Ce doute ne peut être tranché que par l'examen de l'insertion de la feuille et du bourgeon. Il faudrait donc s'assurer directement que, chez les Composées comme dans toutes les autres familles, le placenta dépend bien de la feuille carpellaire et non de l'axe. En attendant les résultats de cette étude, les plus grandes probabilités sont évidemment en faveur de l'assimilation de l'ovule des Composées avec celui des autres plantes. Quant aux Primulacées et aux Théophrastées, la question est très-nettement résolue depuis que M. Van Tieghem a démontré la nature exclusivement foliaire de leur placenta si longtemps cité comme le type des placentas axiles (2). Grâce à l'orientation des faisceaux qui, dans les Primulacées et les Théophrastées, tournent toujours leurs trachées vers l'extérieur de l'organe, on reconnaît que le support des ovules ne saurait être un axe. L'insertion de ces mêmes faisceaux sur ceux qui se distribuent à la périphérie de l'ovaire montre que le placenta est formé par des dépendances des carpelles, des sortes de stipules intimement soudées entre elles. C'est, du reste, la même disposition qui existe chez les Caryophyllées. Si donc le placenta est foliaire, l'ovule ne peut évidemment représenter qu'un lobe de la feuille carpellaire et non point une feuille autonome. MM. Brongniart et Cramer n'y voient une feuille entière que parce qu'ils considèrent le placenta comme un prolongement de l'axe.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 59, pl. VII.

(2) *Ann. sc. nat.*, 5ᵉ série, t. XIV, p. 302.

Ces apparentes exceptions écartées, nous arrivons, pour l'interprétation de l'ovule, à un système de conclusions très-simples et très-générales.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

I. — L'ovule est toujours constitué par un lobe de la feuille carpellaire replié autour d'un mamelon cellulaire inséré sur la ligne médiane du lobe.

II. — L'insertion du nucelle se fait : dans les Angiospermes, sur la face supérieure ou trachéenne du lobe séminal, et dans les Gymnospermes, sur la face inférieure ou libérienne.

III. — L'embryon, libre de toute connexion par continuité de tissus avec la plante mère, a cependant, avec les parties les plus voisines de celle-ci, des relations de position bien déterminées : 1° son extrémité radiculaire est toujours tournée vers le micropyle ; 2° son plan principal est en général perpendiculaire ou parallèle à celui du lobe séminal.

IV. — La primine, caractérisée par la présence des faisceaux vasculaires, est en général la seule membrane qui persiste jusqu'à la maturité de la graine ; la secondine, privée de ces mêmes faisceaux, sauf de rares exceptions (*Euphorbiacées*), n'est qu'un dédoublement de la primine et son existence est le plus souvent transitoire.

Ces conclusions, si elles sont adoptées, compléteront la théorie des métamorphoses telles que Gœthe l'a introduite, et font disparaître les restrictions qu'on avait cru devoir lui faire subir. Il est vrai que basée sur une distinction purement anatomique, qui seule subsiste, cette doctrine ne présente plus aujourd'hui l'importance que lui attribuait son auteur ; cependant, au point de vue de l'exposition et de l'enseignement, elle conserve son intérêt en permettant de grouper des détails fort compliqués en eux-mêmes, et il ne faut point oublier qu'elle a stimulé efficacement les recherches anatomiques et provoqué ainsi la découverte de faits positifs dont l'intérêt ne saurait disparaître. Pour ne parler que du présent essai, la taxinomie trouvera peut-être quelques renseignements utiles, pour le groupement des genres, dans l'étude d'un caractère jusqu'ici négligé.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Histologie de la graine.

PLANCHE IX.

Fig. 1. Coupe transversale du spermoderme de la Fève des marais, comprenant le raphé et les parties avoisinantes. — *a*, couche externe formée de cellules allongées perpendiculairement à la surface ; ces cellules sont fortement épaissies sur tout leur pourtour, sauf la paroi inférieure. — *b*, seconde couche de cellules à paroi régulière, étranglées dans leur partie moyenne, et laissant entre elles des méats *b'*. — *c*, parenchyme ordinaire à cellules minces, avec de petits méats angulaires. — *l*, cellules conductrices représentant la partie libérienne en faisceau dont les trachées sont indiquées par la lettre *v*. — *e*, épiderme intérieur.

Fig. 2. Cellules externes de la même enveloppe, vues par leur surface supérieure. Ces cellules sont hexagonales ; les lignes qui subdivisent chaque hexagone représentent la trace laissée sur la face supérieure par les épaississements de la paroi.

Fig. 3. Les mêmes cellules coupées par leur partie moyenne. On voit que la cavité cellulaire a pris la forme d'une étoile à six branches par suite de l'épaississement de la membrane, dans les angles à cellules.

Fig. 4. Les mêmes cellules coupées près de leur base. L'épaississement des parois a presque complétement disparu.

Fig. 5. Cellules externes du spermoderme de *Mandragora vernalis*. Ces cellules sont épaissies par leurs parties inférieures et latérales à l'inverse des précédentes.

Nervation de la graine.

PLANCHE X.

Dans les figures suivantes, la lettre *h* désigne toujours le hile ; *ch*, la chalaze ; *f*, le funicule ; *m*, le micropyle.

Fig. 1. Nervation de la graine d'Abricotier (*Prunus armeniaca*).

Fig. 2. Nervation du *Prunus Padus*.

Fig. 3. Graine d'*Agrimonia repens*. On voit à la chalaze une région plus colorée dans laquelle se trouve tout entière contenue la nervation de la graine.

Fig. 4. Détail de la griffe chalazienne constituant la nervation de la graine précédente.

Fig. 5. Nervation de la graine de *Theobroma Cacao*.

Fig. 6. Graine de *Castanea vesca*, vue par le côté du raphé. On aperçoit près du hile les vestiges des ovules avortés.

Fig. 7. La même, vue par la face opposée.

Fig. 8. Nervation de la graine de *Sterculia platanifolia*.

Fig. 9. Nervation de la graine d'*Helianthus annuus*.

Fig. 10. Nervation de la graine de *Styrax officinalis*.

Fig. 11. Graine de *Camellia japonica* coupée suivant son plan principal. On voit le raphé parcourir l'un des côtés de la graine, dans l'épaisseur du tégument, et les nervures se distribuer sur toute la surface interne

Fig. 12. Nervation de la graine de *Quercus Robur*.

Fig. 13. Nervation de la graine de *Lucuma mammosa*.

Fig. 14. Nervation de la graine d'*Anacardium occidentale*. — *ch*, bosse chalazienne à la base de laquelle le raphé se divise.

Fig. 15. Graine de *Bertholletia excelsa* coupée suivant son plan principal. La couche interne de l'enveloppe a été grattée pour laisser apercevoir les nervures.

Fig. 16. Nervation de la graine dans le *Corylus rostrata*.

Fig. 17. Nervation dans la graine de *Symphytum officinale*.

Fig. 18. Graine de *Cynoglossum pictum*, vue par la face hilaire.

Fig. 19. La même, vue par la face opposée.

Fig. 20. Graine de *Tropæolum majus*.

PLANCHE XI.

Fig. 1. Nervation de la graine du *Cocos nucifera*.

Fig. 2. Nervation de la graine de *Laurus canariensis*.

Fig. 3. Graine de *Staphylea pinnata*, coupée suivant son plan principal.

Fig. 4. Nervation de la graine de *Momordica Charantia*.

Fig. 5. Nervation de la graine de *Sapindus saponaria*.

Fig. 6. Nervation de la graine de *Lablab vulgaris*.

Fig. 7. Nervation de la graine de *Sophora secundiflora*.

Fig. 8. Nervation de la graine de *Pongamia glabra*.

Fig. 9. Nervation de la graine du Haricot (*Phaseolus vulgaris*).

Fig. 10. Nervation de la graine de *Phytelephas*.

Fig. 11. Nervation de la graine de *Swartzia possira*.

Fig. 12. Diagramme du spermoderme des Cucurbitacées. — *n*, nervure médiane du lobe séminal. — *l*, limbe. — *s*, suture des bords libres du lobe.

Fig. 13. Diagramme de l'enveloppe de la graine dans le *Bertholletia*. — *p*, pétiole. — *l*, limbe; — *s'*, suture des bords libres du limbe avec le pétiole.

Fig. 14. Diagramme pour le *Camellia*. Les mêmes lettres ont les mêmes significations que précédemment.

Fig. 15. Diagramme pour les graines anatropes ordinaires, telles que celles des Rosacées, etc.

Fig. 16. Diagramme pour une graine orthotrope.

Fig. 17. Diagramme pour la graine de *Laurus* et les autres analogues.

PLANCHE XII.

Fig. 1. Graine du *Juglans regia*, vue par le côté externe.

Fig. 2. La même, vue par la face interne.

Fig. 3. Graine du *Caryota urens*.

Fig. 4. Graine de l'*Olea europæa*.

Fig. 5. Graine de l'*Æsculus Hippocastanum*, coupée suivant son plan principal, la couche interne de la membrane étant enlevée.

Fig. 6. Moitié inférieure de la même, coupée par un plan perpendiculaire à l'axe.

Fig. 7. Moitié supérieure de la même.

Fig. 8. Graine d'un *Areca* indéterminé.

Fig. 9. Graine de l'*Acer Pseudoplatanus*.

Fig. 10. Graine du *Carpinus Betulus*.

Fig. 11. Coupe longitudinale d'un ovule avancé du *Mercurialis annua*. Dans cette graine la nervation interne est réduite à une très-petite cupule.

Fig. 12. Coupe longitudinale d'un ovule de Ricin.

Fig. 13. Nervation externe du *Cremophyllum spathulatum*.

Fig. 14. Nervation interne de la même graine.

Fig. 15. Nervation du *Cicer arietinum*.

LE

PARASITISME DU *NOSTOC LICHENOIDES*

Par M. Edouard JANCZEWSKI,
docteur en philosophie.

Les résultats principaux de mes recherches sur ce sujet ont été déjà publiés dans le *Botanische Zeitung* (1). Le désir d'ajouter à mon travail quelques figures, ainsi que quelques remarques sur le parasitisme du Nostoc dans les Phanérogames, m'a décidé à entreprendre cette nouvelle rédaction que j'offre maintenant aux lecteurs des *Annales*.

Pendant mes études sur l'*Anthoceros lævis* un phénomène frappa vivement mon attention. Les prétendus propagules (bulbilles) de l'*Anthoceros* se montrèrent être un *Nostoc* parasite siégeant dans le tissu de la fronde. Ce fait si inattendu n'est cependant pas absolument nouveau, car Milde a déjà signalé, en 1851, la similitude du tissu de ces propagules avec celui des *Nostoc* et des *Collema* (2).

Il me parut cependant intéressant d'étudier cette question bien plus exactement, et au mois de mai 1871 je suivis le développement de ces prétendus propagules de l'*Anthoceros* et du *Blasia*.

I

Anthoceros lævis.

Sir W. Hooker, le premier, constata la présence de colonies de Nostocs dans le tissu de l'*Anthoceros*. Malheureusement son travail m'est inconnu, et je ne puis citer ici que les mots de Nees d'Esenbeck. Hooker trouva des corpuscules vert foncé composés d'une masse granuleuse compacte, siégeant dans la fronde et semblables à ceux qui existent dans le *Blasia* (1).

---

(1) *Zur parasitischen Lebensweise des* Nostoc lichenoides, A. 5 (1872).

(2) Milde, *Zur Kenntniss von* Anthoceros *und* Blasia (*Bot. Zeit.*, 1851, p. 629).

M. Hofmeister considérait ces corpuscules comme de véritables propagules de l'*Anthoceros*, et croyait son opinion confirmée par leur développement (2).

M. Milde, dont le travail parut en même temps que celui de M. Hofmeister (3), reconnut le premier que chacun de ces propagules était composé d'une agglomération de bien petites cellules colorées en vert-olive et disposées en chapelets, semblables à ceux des *Collema* et des *Nostoc*. Mais il n'a jamais vu ces formations s'échapper spontanément du tissu de la fronde et n'a pu se rendre compte de leur destination. Ses observations concernent cependant plus particulièrement le *Blasia*. Milde retrouva ensuite la même chose dans le tissu du *Chamæceros* (4), et prétendit que les sphères composées de chapelets étaient entourées dans leur jeunesse d'une membrane propre.

M. Gottsche n'avait pas d'opinion positive sur le développement et la fonction des propagules de l'*Anthoceros*, et avouait que pour lui il y avait là bien des choses obscures (5).

Pour bien comprendre l'objet qui nous occupe, je décrirai d'abord la structure de ces corpuscules si curieux. L'observation à l'aide d'un faible grossissement des coupes verticales de la fronde nous apprend déjà que ces corpuscules siégent dans sa partie inférieure et ne sont recouverts que par deux ou trois couches des cellules de tissu dont ils provoquent une légère saillie (fig. 1). Pour bien reconnaître leur structure, il faut les observer à l'aide d'un fort grossissement. On reconnaît alors que le tissu de l'*Anthoceros lævis* est complétement dépourvu de méats intercellulaires, et que chacune de ses cellules renferme un nucléus entouré de chlorophylle dans laquelle on aperçoit des granules fusiformes d'amidon. Le corpuscule lui-même est constitué par des cellules de même grandeur parfaitement incolores et remplies de liquide d'apparence aqueuse ; elles semblent donc incapables d'aucun développement ultérieur. Leur forme diffère aussi de celle des autres cellules de la fronde ; elles sont légèrement arrondies, et par conséquent ne forment plus de masse aussi compacte. On aperçoit dans leurs méats, qui sont toujours tout à fait limpides et ne renferment pas de gaz, des petits granules bleu verdâtre qui donnent cette couleur à tout le corpuscule, si l'on ne l'observe qu'à l'aide d'un faible grossissement.

---

(1) Nees von Esenbeck, *Naturgeschichte d. Europ. Lebermoose*, vol. IV, p. 337.

(2) Hofmeister, *Vergleichende Untersuchungen*, p. 9, 27, etc.

(3) Milde, *loc. cit.*, p. 630.

(4) Milde, *Chamæceros fertilis* (*Nova Acta Acad. nat. cur.*, vol. XXVI, p. 170, tab. 1).

(5) Gottsche, *Uebersicht und Würdigung der Leistungen in der Hepaticologie* (*Bot. Zeit.*, Beilage, 1858, p. 42).

Ces granules, ou plutôt ces petites cellules sont disposées en chapelets qui serpentent en tous sens dans les méats intercellulaires. On distingue parmi elles d'autres cellules dispersées dans les chapelets d'espace en espace, brunâtres, bien plus transparentes et revêtues d'une membrane plus épaisse (fig. 2).

La disposition des cellules en chapelets, leur couleur bleuâtre, et la présence d'hétérocystes (*cellulæ interstitiales*, *Grenzzellen*), nous apprennent déjà que nous avons affaire à un *Nostoc* entophyte.

Sur la surface de la terre du pot dans lequel étaient cultivés l'*Anthoceros* et le *Blasia*, se trouvaient beaucoup de globules du *Nostoc lichenoides*. Cette circonstance me fit soupçonner que le voisinage du Nostoc contribuait à la formation de ces corpuscules intérieurs ; en un mot, que les colonies entophytes étaient produites par le *Nostoc lichenoides*. Néanmoins il restait encore à résoudre de quelle manière le Nostoc pouvait s'introduire dans le tissu de la fronde.

La découverte des stomates sur la surface inférieure de la fronde de l'*Anthoceros* vint enfin jeter quelque lumière sur cette question. Comme ces stomates n'ont pas été encore observés avant moi (1), je me permets d'en dire quelques mots.

---

(1) Ils ont été déjà signalés sur la capsule. Voyez Mettenius, *Beiträge*, 1846, p. 49; Milde, *loc. cit.*, et Schacht, *Bot. Zeit.*, 1850, p. 461, et 1861, p. 492.

La face supérieure de la fronde est complétement dépourvue de stomates, qui ne se trouvent qu'à la face inférieure. Ils se développent sur des parties très-jeunes, par conséquent bien près du point végétatif constitué par une rangée de cellules marginales. La cellule épidermique se divise ordinairement par une cloison perpendiculaire au bord végétatif et se partage de la sorte en deux cellules semi-lunaires (fig. 5). La disjonction de ces cellules commence profondément et avance jusqu'à la surface. Le méat, ainsi formé, possède à peu près la forme d'un cône tronqué, dont la base est tournée vers le tissu du thalle, et le sommet constitue son orifice extérieur. Le méat, toujours limpide, ne renferme jamais de gaz, mais plutôt un liquide incolore. C'est alors que se présente au Nostoc le sommet le plus favorable pour s'y introduire. Les stomates non attaqués par le Nostoc sont susceptibles d'un développement ultérieur. Les cellules semi-lunaires se divisent irrégulièrement, non-seulement dans le sens perpendiculaire à la surface, mais aussi deux ou trois fois dans le sens parallèle, tandis que l'orifice gagne sensiblement en dimension. Enfin sur les parties plus vieilles de la fronde, recouvertes par des poils radicaux, le stomate se présente seulement sous forme d'une dépression elliptique.

C'est tout le contraire qui a lieu quand le stomate a été attaqué par le Nostoc. J'ai eu l'occasion de voir son introduction spontanée, et de provoquer encore des infections artificielles qui ont parfaitement réussi.

Je choisissais toujours dans ce but des colonies du même Nostoc de consistance la plus tendre, par conséquent plus rapprochées du moment de la déliquescence. Pour opérer l'infection artificielle, je prenais des frondes de l'*Anthoceros*, dont les ramifications se dirigeaient verticalement, de manière à me permettre de conclure à priori qu'elles n'avaient pu être infectées spontanément. Ces ramifications furent coupées de manière à conserver intacte une partie des poils radicaux et que leur culture fût rendue possible. En les observant ensuite au microscope, je m'assurais qu'ils ne présentaient aucun indice du Nostoc.

L'infection artificielle fut opérée de la manière suivante : On mettait sur une lame de verre une goutte d'eau, dans celle-ci un petit fragment du Nostoc et par-dessus ou tout près un morceau de la fronde de l'*Anthoceros.*

En vingt-quatre heures on trouvait la plupart des stomates déjà infectés par le Nostoc, ou bien on surprenait celui-ci au moment de l'introduction.

La déliquescence du Nostoc est fortement accélérée par la division de ses colonies en petits fragments et par leur transport dans l'eau. Les filaments mobiles provenant des chapelets du Nostoc échappent à la gelée et nagent dans l'eau ambiante. Si le filament mobile rencontre un stomate dont l'orifice soit à peu près de la même largeur que le diamètre de ses cellules, il s'y introduit (fig. 4) et atteint la partie la plus large du méat, dans lequel il est forcé de se tortiller, à cause de sa longueur (fig. 4, 5). Après l'infection, les cellules semi-lunaires, qui peuvent être simples ou même déjà divisées (fig. 4, 5), ferment peu à peu l'orifice du méat et emprisonnent le filament du Nostoc.

Il ne m'a jamais été donné de voir dans le méat plus d'un filament inoculé ; par conséquent, il ne sera pas trop téméraire d'admettre que la colonie entophyte du Nostoc est engendrée par un seul filament mobile. J'ai étudié son développement ultérieur sur des individus spontanés, aussi bien que sur ceux, qui furent artificiellement infectés.

Le filament introduit se développe d'abord lentement en colonie ; il se recouvre d'une membrane gélatineuse ; ses cellules se divisent dans le sens longitudinal, en un mot de la manière indiquée par M. Thuret pour le *N. Mougeoti* et *N. vesicarium.* Ensuite la jeune colonie se ramifie (les chapelets restant toujours simples), s'introduisant parmi les cellules voisines, et finit par envahir une certaine portion du tissu de la fronde, dont les cellules souffrent très-peu d'abord, mais ensuite perdent leur chlorophylle et leur protoplasma, et par conséquent aussi la possibilité d'un développement ultérieur.

D'après ce que j'ai vu, le Nostoc ne quitte jamais de lui-même la fronde de l'*Anthoceros;* il faut donc supposer qu'il s'en échappe seulement à l'époque où la fronde se décompose.

Considéré au point de vue physiologique, le Nostoc entophyte est un parasite renfermant de la chlorophylle, mais ne pouvant puiser ses aliments bruts que dans la fronde de l'*Anthoceros*. Cependant il n'est nullement possible de comparer sa relation avec l'*Anthoceros* à celle des gonidies des Lichens hétéromères envers leurs hyphes, car l'*Anthoceros* n'a nullement besoin du Nostoc et n'en tire aucun aliment brut ou élaboré. Les deux organismes peuvent vivre séparés, et l'on dirait que c'est un accident qui les réunit. Le Nostoc nuit cependant à la portion du tissu qu'il envahit, mais ne paraît pas influer sur l'ensemble de la végétation de l'*Anthoceros*.

II

Blasia pusilla.

Les colonies du *Nostoc lichenoides* entophytes dans le *Blasia* ont été l'objet de beaucoup de recherches, et la littérature en est assez considérable. Schmidel, qui fut le premier à les observer, s'exprime ainsi dans sa *Dissertatio de Blasia* (1) :

« Paullo post ortum ex luteo amœne viridescunt (globuli), » pellucidi sunt et gemmularum instar splendent, absque dubio » propter succorum, quos continent, tenuitatem; sensim vero » profundius seu intensius virescunt. Pleniorem dein maturitatem » adepti in nigrorem vergunt et opaci fiunt : in quibusdam exemplariis aliqui ex obscure viridi colore intense nigrescunt (§ VII). » Globulos igitur si consideramus, eorumque situm, contenta » durationem et reliqua supra descripta perpendimus, talia in » iis deprehendimus attributa, quæ organis masculinis vel penitus, vel omnium maxime competunt (§ XVII). »

---

(1) Schmidel, *Dissertationes botanicæ argument. : Dissertatio de Blasia* (1759).

Cette opinion fut partagée par Bischoff, qui les considérait comme étant probablement des anthéridies (1).

Corda leur attribuait la nature des propagules (bulbilles), et croyait avoir vu leur germination (2).

Nees d'Esenbeck, qui découvrit le premier les véritables anthéridies du *Blasia*, fut du même avis (3), et l'examina de nouveau dans le *Synopsis Hepaticarum* (4).

De ces deux manières de voir, c'est la seconde qu'adopta M. Hofmeister dans ses *Recherches comparées* (5). M. Milde reconnut la similitude de ces corpuscules avec le Nostoc, mais il ne dit rien de définitif sur leur nature et leur fonction (6).

M. Gottsche doutait aussi de leur nature de propagules (7). Bien qu'aucune Hépatique ne soit aussi intéressante au point de vue morphologique que le *Blasia*, nous ne possédons cependant rien de positif sur son développement ainsi que sur la germination bizarre de ses véritables propagules. Nous savons seulement que cette plante n'est point dépourvue de feuilles ; celles-ci sont disposées sur quatre rangées de la manière suivante : deux sont latérales et deux ventrales (d'après la terminologie de M. Leitgeb), c'est-à-dire qu'elles regardent la terre ; ces dernières devraient donc être considérées comme amphigastres.

Les feuilles latérales ne possèdent pas de cellule terminale (*Scheitelzelle*) ; les cellules marginales sont toutes de la même valeur et jouent le même rôle dans le développement de la feuille. Le mode de végétation des amphigastres paraît être le même. Mais si l'on examine au microscope la surface inférieure de la tige aplatie, on y découvre facilement à la limite de la tige et de chaque feuille latérale, deux corpuscules verdâtres, constitués par un petit nombre de cellules disposées symétriquement à une certaine distance l'une de l'autre, mais jamais à côté. En écartant un amphigastre, on trouve dans son aisselle deux corpuscules analogues; leur position est seulement différente et dépend de la différence de position des deux sortes de feuilles. Ces organes axillaires appartiennent-ils à la tige ou aux feuilles, présentent-ils des poils ou des glandes? C'est une question à résoudre pour l'organogénie. L'opinion de M. Gottsche, que ce sont des propagules (1), est contredite non-seulement par cette circonstance que le *Blasia* possède en outre des réceptacles à propagules, mais encore parce que les cellules de ces organes sont pauvres en chlorophylle et en protoplasma et ne contiennent aucune agglomération d'aliments assimilés. Enfin leur structure est absolument incompatible avec le rôle de propagules.

---

(1) Bischoff, *Bemerkungen über Lebermoose* (*Nova Acta. Acad. L. Car.*, vol. XVII. P. II, p. 927).

(2) Corda, *Deutschlands Jungermannien. Sturms Flora*, cah. 26, 27, p. 137.

(3) Nees von Esenbeck, *Naturgeschichte d. Europ. Lebermoose*, vol. III, p. 397.

(4) Gottsche, Lindenberg et Nees ab Esenbeck, *Synopsis*, p. 491.

(5) Hofmeister, *Vergleichende Untersuchungen*, p. 26, 27.

(6) *Loc. cit.*

(7) *Loc. cit.*

Le trop petit nombre d'échantillons de *Blasia* que j'ai pu étudier ne m'a pas permis de suivre le développement de ces organes et de reconnaître positivement leur valeur morphologique. Dans son état parfait, l'organe est composé d'une couche de cellules entourant une cavité intérieure. Il n'est point stipité ; sa paroi semble être la continuation de l'épiderme de la tige ou bien du tissu de la feuille. On aperçoit dans son intérieur un poil attaché au tissu de la tige ou de la feuille. La cavité comprise entre ce poil et la paroi de l'organe est remplie ordinairement par un liquide d'apparence aqueuse. On doit considérer aussi comme partie intégrante de cet organe un poil externe semblable au poil interne et à ceux qu'on trouve si souvent dans les Jungermanniées et les inflorescences des Marchantiées. Je n'ai pu m'assurer si le poil externe dérive de la même cellule que l'interne, ou bien s'ils ne constituent qu'un seul poil dichotome. La position du poil externe est toujours la même; il est implanté sur le côté tourné vers la feuille.

Les organes que je viens de décrire restent stationnaires dans l'état de choses normal, et ne sont sujets à aucun développement ultérieur ; mais c'est le contraire qui a lieu quand un Nostoc s'y introduit. L'infection elle-même s'opère dans un état fort jeune, et m'a échappé faute d'échantillons suffisants. Je suppose seulement que les organes susdits ne sont pas clos dès le commencement, et que c'est alors que doit s'opérer l'infection.

---

(1) Gottsche, *Ueber* Haplomitrium Hookeri (*Nova Acta. Acad., L. Car.*, vol. XX, P. I, p. 387).

Le premier état qu'il m'a été donné d'observer consistait en ce qu'une colonie en voie de développement d'un filament mobile se trouvait déjà dans l'intérieur de l'organe, c'est-à-dire dans la cavité comprise entre le poil interne et la paroi. Le développement ultérieur s'accomplit bien vite, et la colonie remplit toute la cavité intérieure de l'organe. Les cellules de sa paroi se multiplient excessivement; tout le corpuscule issu d'un organe tout à fait microscopique atteint une grandeur considérable et se présente à l'œil nu comme un point noir.

La coupe transversale (fig. 6) nous apprend que le Nostoc entophyte est toujours recouvert par une seule couche du tissu du *Blasia*. La colonie entophyte se dégage pour la plupart de son tégument pendant l'opération (fig. 6). Elle est constituée non-seulement par des chapelets du Nostoc, mais contient encore des tubes incolores, rameux, irrégulièrement tordus et non cloisonnés, décrits par M. Milde et M. Gottsche, qui avaient déjà bien reconnu leur structure unicellulaire. Mais Corda s'est mépris en les considérant comme des poils radicaux du propagule en germination. En étudiant leur développement, on trouve qu'ils tirent leur origine du poil intérieur, qui se ramifie en tubes qui percent dans tous les sens la colonie du Nostoc.

D'après mes observations, le Nostoc ne se dégage jamais naturellement; je suppose donc que, comme dans l'*Anthoceros*, il ne peut se débarrasser du tissu du *Blasia* que lorsque celui-ci se désorganise.

III

Sphagnum acutifolium.

Les feuilles des Sphaignes sont composées de deux sortes de cellules : les petites contiennent du protoplasma et de la chlorophylle, tandis que les grandes sont pourvues de pores (fig. 7, *p*) et ne renferment généralement que de l'eau.

C'est dans ces grandes cellules que j'ai trouvé quelquefois des petites colonies du Nostoc, qui remplissaient en totalité ou en partie (fig. 7) leur cavité. C'était aussi le *Nostoc lichenoides*, à en juger par son extérieur et par le mode de développement des filaments mobiles en colonies. J'ai vu dans ces cellules des filaments mobiles et des colonies qui étaient moitié extérieures, moitié intérieures. Il n'est donc nullement douteux que le Nostoc s'introduit dans ces cellules par leurs pores. Ces colonies ne peuvent pas être considérées comme véritablement entophytes, cependant j'ai cru nécessaire de noter ici ce phénomène intéressant.

IV

Gunnera et *Cycas*.

M. Reinke fut le premier à trouver, dans certaines cellules du rhizome des *Gunnera*, des colonies entophytes d'une Algue phycochromacée, qu'il considéra d'abord comme un *Scytonema* (1), et ensuite comme un *Anabæna* (2).

J'ai pu me convaincre de la parfaite exactitude de ces observations sur le rhizome du *Gunnera scabra*, pour lequel je suis bien obligé à M. le professeur Schenk, de Leipzig. L'Algue parasite remplit véritablement certains groupes de cellules dans le rhizome; mais elle n'appartient ni au *Scytonema*, ni à un *Anabæna*, mais tout simplement à un Nostoc, et très-probablement au *N. lichenoides*.

M. Reinke a été aussi le premier à publier la découverte d'une Algue entophyte dans les racines des Cycadées. D'après mes observations, cette Algue n'est pas non plus un *Anabæna*, comme le voulait M. Reinke, mais un Nostoc, qui diffère cependant du

---

(1) *Nachrichten der k. Gesellschaft u. Universität zu Göttingen*, 1871, n° 25.

(2) *Loc. cit.*, 1872, N.

N. lichenoides entophyte par la grandeur souvent bien différente de ses cellules. Il remplit les méats intercellulaires d'une zone de parenchyme de la racine, mais je n'ai jamais pu le trouver dans les cellules elles-mêmes. Les cellules du *Cycas*, qui traversent en sens radial cette zone verte et visible à l'œil nu, sont allongées et bien étroites relativement aux méats gorgés du Nostoc ; elles relient de la sorte le tissu entouré par cette zone à celui qui l'environne.

Un mémoire traitant spécialement ce sujet est attendu de M. Schenk, qui, connaissant ce fait déjà depuis quelques années, s'en est beaucoup préoccupé, et nous apprendra sans doute la manière dont le Nostoc s'introduit et se répand dans le tissu de la racine du *Cycas*.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 13.

Fig. 1. Coupe de la fronde de l'*Anthoceros lævis* traversant une colonie entophyte du *Nostoc lichenoides*. — Grossissement : 70 diamètres.

Fig. 2. Petit fragment de la même coupe. — Grossissement : 500.

Fig. 3. *a*, filament mobile du Nostoc ; *b* et *c*, formation des colonies sur la terre humide. — Grossissement : 500.

Fig. 4. Inoculation d'un filament mobile dans le stomate de l'*Anthoceros*. La plus grande partie déjà entrée dans le méat, la plus petite encore dehors. — Grossissement : 500.

Fig. 5. Nostoc déjà inoculé, stomate encore ouvert. A côté, un jeune stomate fermé. — Grossissement : 300.

Fig. 6. Coupe à travers la tige du *Blasia pusilla*, traversant deux colonies du *Nostoc lichenoides*. L'une à l'état naturel ; le Nostoc de l'autre s'est dégagé du tégument pendant l'opération. — Grossissement : 210.

Fig. 7. Portion de feuille du *Sphagnum acutifolium*. Le Nostoc est contenu dans la grande cellule, dont *p,p* sont les pores. — Grossissement : 330.

RECHERCHES
SUR LES GONIDIES DU LICHEN
PARMELIA PULVERULENTA Ach.

Par M. Michel WORONINE.

MM. Famintzin et J. Baranetzky ont publié en 1867 leurs recherches sur le *Parmelia* (*Physcia*) *parietina* (1). Ils ont trouvé que les gonidies de ce Lichen, étant dégagées des hyphes qui composent, comme on sait, le tissu du thallus, peuvent continuer à subsister par elles-mêmes, et même, dans d'heureuses conditions, donner, comme les Algues unicellulaires (*Cystococcus*), des zoospores. Dans la même année (1867), M. S. Schwendener publia dans les *Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Rheinfelden*, p. 88-90, un court article intitulé : *De la vraie nature des Lichens* (*Ueber die wahre Natur der Flechten*). Ces travaux ont provoqué toute une série de nouvelles recherches (2), à la suite desquelles se sont manifestées dans la science, relativement à la véritable nature des Lichens,

---

(1) A. Famintzin und J. Baranetzky, *Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Gonidien und Zoosporenbildung der* Physcia parietina, D. N. (Vorläufige Mittheilung), dans les *Bulletins de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XII, p. 56-58, et *Botan. Zeitung*, 1867, p. 189-190. — Idem, *Zur Entwickelungsgeschichte der Gonidien und Zoosporenbildung der Flechten*, avec une pl. lithogr., dans les *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, sér. 7, 1867, t. XI, n° 9, et *Botan. Zeitung*, 1868, n° 11, p. 169. Le même ouvrage a été publié en français sous le titre : *Sur le changement des gonidies des Lichens en zoospores*, dans les *Ann. des sc. nat.*, 5e série, 1867, t. VIII, p. 137.

(2) J. Baranetzky, *Beitrag zur Kenntniss des selbständigen Lebens der Flechtengonidien* (*Bulletins de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, t. XII, p. 418-431 ; voy. aussi *Jahrbücher f. wissenschaft. Botanik von* N. Pringsheim, Bd. VII, 1869-1870, p. 1-18, accomp. d'une pl. Le même ouvrage a été publié en russe dans les *Travaux du premier congrès des naturalistes russes à Saint-Pétersbourg*, 1868.

Herm. Itzigsohn, *Kultur der glaucogonidien von* Peltigera canina (*Botan. Zeitung*, 1868, p. 185-196, avec 1 pl.).

S. Schwendener, *Untersuchungen über den Flechtenthallus*, 2ter *Theil. Laub. und Gallert-flechten* (Schluss), dans le quatrième cahier de *Beiträge zur wissenschaft. Botanik* deux opinions tout à fait opposées. L'opinion des uns (S. Schwendener, J. Sachs, E. Bornet) est que tous les Lichens ne sont rien de plus que des Champignons de la série des *Axomycètes*, et avec cela de vrais parasites vivant sur des Algues. Les gonidies des Lichens, ainsi que le prouvent les savants ci-dessus mentionnés, ne sont point des organes spéciaux des Lichens, mais des colonies entières d'Algues (souvent unicellulaires), qui végètent d'abord tout à fait en liberté, et ne viennent à être enlacées que plus tard par les hyphes de l'Axomycète parasite; l'entrelacement de ces hyphes forme le tissu filamenteux du Champignon, au milieu duquel se trouvent alors ces Algues, qui continuent ici leur végétation normale, et fournissent en même temps la nourriture nécessaire pour le Champignon parasite. L'opinion contraire à celle-ci, et qui est soutenue actuellement par tous les vrais lichénologues, ainsi que MM. Nylander, Krempelhuber, etc., consiste en ce que les gonidies des Lichens, bien qu'elles montrent, en dehors du tissu thallien, une parfaite identité avec certaines Algues, sont toutefois considérées par ces savants non pas comme des organes indépendants, non pas comme des Algues, mais précisément comme des gonidies de ces mêmes Lichens; ou, autrement dit, on les considère comme des organes spéciaux de multiplication ou de propagation des Lichens.

---

von C. Nägeli. München, 1868. — Idem, *Ueber die Beziehungen zwischen Algen und Flechtengonidien* (*Botan. Zeitung*, 1868, p. 289-292). — Idem, *Die Algentypen der Flechtengonidien* (*Programm für die Rektoratsfeier des Universtät Basel*, avec 3 pl. color., Basel, 1869).

J. Sachs, *Lehrbuch der Botanik nach dem gegenwärtigen Staude der Wissenschaft.*, 2te Auflage, Leipzig, 1870 (*Die Flechten*, p. 254-265).

N. Nylander, *Animadversio de theoria gonidiorum algologica* (*Flora*, 1870, p. 52).

M. Reess, *Ueber die Enststehung der Flechte* Collema glaucescens, Hoffm., *durch Aussaat der Sporen derselben auf* Nostoc lichenoides (*Monatsbericht d. Königl. Preussischen Academie der Wissenschaft. zu Berlin*, 1871, p. 523).

A. v. Krempelhuber, *Die Flechten als Parasiten der Algen* (*Flora*, 1871, n° 1-3, p. 1).— Idem, *Geschichte und Litteratur der Lichenologie*, Bd. III, *Die Fortschritte und die Litteratur der Lichenologie in dem Zeitraume von* 1866-1870 *incl.*, *nebst Nachträgen zu den früherenPerioden*. München, 1872, p. 39-45.

E. Bornet, *Sur les gonidies des Lichens* (*Comptes rendus*, 1er semestre 1872, p. 820.

S. Schwendener, *Erörterungen zur Gonidienfrage*, in *Flora*, 1872, n° 11-13, p. 161; n° 15, p. 225.

La solution de cette question présente, non-seulement pour la lichénologie actuelle, mais aussi pour la botanique entière, un problème des plus importants, et, de quelque manière qu'on parvienne avec le temps à résoudre cette question, la moindre recherche qui aide à l'éclaircir doit être maintenant du plus grand intérêt scientifique. Il est, selon moi, indispensable qu'avant tout, les quatre principales phases suivantes soient expliquées de la manière la plus incontestable et la plus détaillée :

1° Que deviennent les thécaspores des Lichens quand leur germination se fait librement, c'est-à-dire sans aucune connexion avec les Algues ?

2° Que deviennent-elles si elles germent sur des Algues ou dans leur voisinage ?

3° Les hyphes du thallus du Lichen donnent-ils naissance, par étranglement ou séparation au sommet de leurs ramifications, à des cellules sphéroïdales renfermant de la chlorophylle, ou, autrement dit, les hyphes peuvent-ils produire des gonidies ?

4° Quel est le sort ultérieur des zoospores des Lichens hétéromères ? Donnent-elles naissance à des hyphes ou bien à des nouvelles colonies d'Algues unicellulaires ?

Nous trouvons, à la vérité, mais en partie seulement, réponse aux deux premières questions dans les travaux de MM. Reess et Ed. Bornet. M. Reess démontre que quoique les thécaspores du *Collema glaucescens* germent facilement dans l'eau, cependant le développement ultérieur de leurs tubes germinateurs en un véritable mycélium n'a lieu que dans le cas où ils pénètrent dans le tissu mucilagineux des jeunes exemplaires du *Nostoc lichenoides*, Vauch., et que, dans le cas contraire, les jeunes hyphes provenant des thécaspores perdent très-promptement la faculté de croître, restent fort courts, et ne tardent pas, peu de temps après, à périr complétement. M. E. Bornet a semé des spores de *Parmelia parietina* avec des *Protococcus viridis*, et a vu comment les tubes germinateurs provenant des thécaspores adhèrent aux cellules vertes du *Protococcus*, et forment entre eux un entrelacement qui ne diffère nullement du tissu normal gonidifère du Lichen adulte. — Ces deux faits, observés par des expérimentateurs aussi habiles, parlent beaucoup en faveur de la manière de voir de M.S. Schwendener, et doivent, à mon avis, servir de principal point de départ pour les recherches ultérieures entreprises dans le même but et dans la même direction.

Puisque l'opinion de M. Schwendener a aujourd'hui toutes les chances possibles d'être acceptée comme vraie, il est très-naturel qu'on vienne à douter de l'exactitude des recherches antécédentes de M. Bayerhoffer, du même Schwendener et autres, recherches tendant à démontrer que la formation des gonidies vertes dans les Lichens hétéromères a toujours lieu aux extrémités libres des courtes ramifications latérales des hyphes. — Par conséquent, il est indispensable qu'on s'attache dès à présent à vérifier l'exactitude de toutes ces recherches, et, par cela même, à résoudre définitivement la question de la véritable origine des gonidies; il faut décider si les gonidies qui se trouvent dans le tissu du Lichen ne proviennent que de l'extérieur, ou bien si elles se forment, comme on l'assurait autrefois, par étranglement aux extrémités des hyphes du Lichen? Dans les travaux récents que nous avons cités plus haut, cette question n'est pas résolue; mais on n'en parle même pas.

A mon avis, on n'a pas non plus apporté assez d'attention à l'existence des zoospores dans les Lichens. La découverte de ces zoospores dans ces derniers, faite il y a cinq ans par MM. A. Famintzin et J. Baranetzky, étant l'une des plus considérables pour ce qui touche cette question, non-seulement n'a pas été vérifiée jusqu'à présent, mais au contraire a été même considérée à certaine époque avec méfiance par plusieurs savants français (1). — Pour mettre fin aux discussions sur la nature véritable des Lichens, il est indispensable, entre autre, de reprendre ces recherches et de déterminer exactement ce que deviennent les zoospores après qu'elles sont sorties des gonidies. Ayant ce but en vue, j'ai entrepris pendant deux années consécutives

---

(1) Voy. *Comptes rendus*, 1869, 1^er^ semestre, p. 1397 et 1398. — Voici la phrase du rapport de M. Brongniart, à laquelle M. Woronine fait allusion : « On peut en outre se demander quel est le rôle de ces zoospores (gonidies), et si elles doivent, en effet, servir à la production des Lichens. » (RÉD.)

(1870-1871) des recherches sur les gonidies du *Parmelia pulverulenta;* ce sont les résultats de ces recherches que je vais exposer ici aussi brièvement que possible (1).

Le *Parmelia pulverulenta* Ach. est un Lichen qui se rencontre tout aussi souvent que le *Parmelia parietina* sur l'écorce des arbres et sur les vieilles clôtures faites de planches ou de poutres. Les gonidies et les sorédies de ces deux Lichens sont absolument identiques. La figure 3 de la planche ci-jointe représente les sorédies du *Parmelia pulverulenta;* la figure 1 représente les gonidies délivrées de leur thallus, et la figure 2 nous montre des mêmes gonidies, mais qui, après avoir été pendant un certain temps cultivées dans de l'eau, se trouvent maintenant en voie de multiplication par division successive. — Mais l'identité des gonidies de ces deux Lichens (*Parmelia pulverulenta* et *Parmelia parietina*) consiste non-seulement dans leur habitus et toute leur constitution, mais aussi dans la formation des zoospores. MM. A. Famintzin et J. Baranetzky ont obtenu des zoospores des gonidies du *Parmelia parietina* en cultivant ces dernières dans une atmosphère humide (sous cloche) sur des morceaux de différentes sortes d'écorces et de bois, qu'ils faisaient préalablement cuire pendant quelque temps dans de l'eau et qu'ils humectaient ensuite de temps en temps, pendant tout le cours de l'expérience, avec de l'eau distillée. Dans mes recherches sur les gonidies du *Parmelia pulverulenta*, j'ai eu également recours à un procédé de culture semblable ; mais j'élevai en outre les gonidies délivrées de leur thallus, sur des porte-objet, dans des gouttes d'eau parfaitement pure, en ayant en même temps bien soin, pendant toute la durée de la culture, de changer l'eau tous les jours. Cette sorte de culture, que j'avais entreprise et qui se distinguait par sa propreté, me donna la possibilité d'observer un nombre infini de fois la formation des zoospores à l'intérieur des gonidies ainsi que leur sort ultérieur. La figure 4 de la planche ci-jointe représente deux gonidies du *Parmelia pulverulenta* délivrées, le 21 août 1870, du thallus du Lichen et qui ont été immédiatement plongées dans l'eau. — Le même jour, je fis toute une série d'ensemencements semblables, en ayant soin, chaque fois, de faire entrer dans chaque goutte d'eau le plus petit nombre possible de gonidies, afin d'avoir plus tard la possibilité de suivre avec plus d'exactitude et pas à pas tous les changements qui s'opéreraient dans chacune de celles que j'avais semées. Au bout de quinze jours, le 5 septembre, j'ai examiné la formation des zoospores, et je vis la manière dont elles sortaient des gonidies. Tout le développement des zoospores se fait ici, ainsi que le montre la fig. 5, exactement de la même manière que chez le *Parmelia parietina :* le *nucleus* et la grande vacuole latérale qui se trouvent dans chaque gonidie (fig. 4) disparaissent, après quoi tout le contenu de la gonidie devient très-finement granuleux et se transforme en nombre considérable (trente, quarante ou parfois même plus) de corps protoplastiques ronds, petits et irréguliers (ce sont les futures zoospores). Pendant ce temps la gonidie s'agrandit considérablement, et sur un point quelconque de sa surface on remarque une petite élévation. Cette protubérance indique la place par où doivent sortir les zoospores. Quand les zoospores sont tout à fait formées, cette protubérance grandit extrêmement vite ; la membrane de la gonidie devient en cet endroit de plus en plus mince, et à la fin se résorbe entièrement, et, de l'ouverture qui se forme ainsi, sort alors la masse entière des zoospores entourée d'une membrane très-délicate. Mais cette membrane fixe et mucilagineuse se dissout bien vite en disparaissant, et les zoospores, devenues libres, se dispersent de tous côtés dans l'eau ambiante. Tout le procédé du développement final des zoospores se fait relativement très-vite à partir du moment où se montre, sur la surface de la gonidie, la protubérance ci-dessus mentionnée (fig. 5, *b*) ; il se passe ordinairement cinq à huit ou tout au plus dix minutes jusqu'au moment où les zoospores se dispersent (fig. 5, *e*).

---

(1) Les résultats de ces mêmes recherches ont déjà été communiqués à Kiew, lors du troisième congrès des naturalistes russes, dans la séance de la section botanique, le 22 août 1871, ainsi qu'au commencement de cette année-ci (1872), dans une des séances de la section botanique de la Société des naturalistes à Saint-Pétersbourg.

Les zoospores, à peine sorties du zoosporange (de la gonidie), et vues à un grossissement de 620 fois (fig. 7), sont oblongues et fusiformes; à l'une de leurs extrémités, généralement plus ou moins affilée, les zoospores sont munies de deux cils, au moyen desquels elles se meuvent avec une très-grande vitesse. Au bout de quelques heures (ordinairement de deux à cinq heures), le mouvement des zoospores cesse; elles s'arrêtent, perdent leurs cils et prennent une forme parfaitement ronde (fig. 9).

A dater du 5 septembre, j'ai commencé à observer ce que deviendraient les zoospores arrêtées, si on les cultivait sur les mêmes porte-objet dans de l'eau qu'on prit soin de renouveler soigneusement tous les jours. Le résultat obtenu a démontré que les zoospores, après avoir cessé de se mouvoir, se couvrent d'une membrane; que leur contour devient ensuite plus prononcé, et qu'enfin elles augmentent de volume.

Les deux premiers jours, aucun autre changement n'est à remarquer; mais déjà le troisième, par conséquent le 8 septembre, ces petits corps sphériques prirent une teinte verte bien plus prononcée, et presque dans chacun d'eux on put remarquer un nucléus central, quoique bien petit encore, mais déjà très-distinct (voy. fig. 10); en d'autres termes, ces petits corps ronds commencèrent à prendre la forme de petites gonidies parfaitement identiques avec celles qui naissent des grandes cellules gonidiales, ainsi que nous avons tâché de le démontrer dans la fig. 2. — Le 9, le 10 et le 11 septembre, ces petits corps gonidiformes obtenus des zoospores devinrent encore un peu plus grands (fig. 11 et 12), mais il ne s'opéra cependant en eux aucun autre changement. Toutefois, à commencer du 12 et surtout du 13 septembre, ces jeunes gonidies obtenues des zoospores et cultivées depuis le 5 septembre, commencèrent à leur tour à se multiplier par le procédé habituel, c'est-à-dire par la division réitérée, ainsi que le montrent les figures 13 et 14. Pendant les cinq ou six jours suivants, le nombre des jeunes gonidies que j'avais élevées des zoospores sur le porte-objet, et qui se multipliaient, comme cela vient d'être dit, par division successive, s'agrandit considérablement; mais à ce moment, c'est-à-dire depuis le 20 septembre, ces colonies de jeunes gonidies commencèrent à périr, probablement faute de nourriture. — Ici s'arrêtent mes recherches sur le sort ultérieur des jeunes gonidies obtenues directement des zoospores.

J'ai répété plus d'une fois ces essais, d'abord dans le courant de l'année 1870 et ensuite en 1871, et chaque fois j'ai obtenu ce même résultat. *Les zoospores provenues des gonidies, qui viennent à végéter en dehors du thallus du Lichen, ne germent jamais en produisant, soit un filament, soit un hyphe, mais donnent continuellement naissance à de nouvelles colonies de jeunes gonidies, ou, ce qui revient au même, à de jeunes individus de l'Algue unicellulaire du genre* Cystoccocus.

L'été dernier, j'ai fait, en outre, quelques essais avec des thécaspores du *Parmelia pulverulenta*, c'est-à-dire que je les ai semées sur des porte-objet, dans les mêmes gouttes d'eau qui renfermaient déjà des colonies entières de jeunes gonidies provenues des zoospores; mais ces essais sont restés inachevés, et n'ont pas eu, par conséquent, de résultat définitif. Les tubes germinatifs de ces thécaspores adhéraient çà et là fortement aux jeunes gonidies et les enlaçaient même ; mais je ne suis pas parvenu jusqu'à présent à obtenir que les thécaspores alliées aux jeunes gonidies donnent des formations qui rappellent les jeunes sorédies ou thallus d'un Lichen normal. Je ne doute pourtant nullement de la possibilité de pouvoir obtenir un pareil résultat, surtout lorsqué M. E. Bornet est parvenu, comme nous l'avons déjà fait observer plus haut, à obtenir des enlacements composés d'hyphes issus des thécaspores du *Parmelia parietina*, enveloppant les cellules vertes du *Protococcus viridis*.

Se basant sur les recherches de MM. S. Schwendener, M. Reess et E. Bornet, et sur celles faites par moi-même et dont je viens de faire connaître le résultat, on pourrait se prononcer déjà définitivement en faveur de l'opinion de M. Schwendener; mais il est, à mon avis, bien plus raisonnable et plus prudent de s'en abstenir encore pendant quelque temps, et d'attendre que nous ayons une histoire complète et exacte du développement de plusieurs Lichens, au moins pour deux ou trois formes différentes. C'est la grande question du jour, et c'est en de pareilles recherches que doit consister en ce moment la principale tâche de la lichénologie.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 14.

(La figure 10 est dessinée à un grossissement de 160 fois; les figures 7, 8, 9, 10 *b*, 11 *b*, 12 *b*, 14 *b*, à un grossissement de 620 fois, et toutes les autres à un grossissement de 320 fois.)

Fig. 1. Gonidies du *Parmelia pulverulenta* délivrées du thallus. Les unes sont entièrement libres, les autres adhèrent encore à des filaments de l'hyphe.

Fig. 2. Gonidies cultivées sur un porte-objet dans de l'eau pure; *a*,*e*, présentent les divers moments de leur multiplication.

Fig. 3. Sorédies du même Lichen.

Fig. 4. Deux gonidies placées sur un porte-objet, dans une goutte d'eau pure (le 21 août 1870).

Fig. 5. *a e*, une de ces mêmes gonidies donnant naissance à des zoospores (le 5 septembre 1870): *a*, à 10 h. 15 m. du matin; *b*, à 10 h. 30 m.; *c*, à 10 h. 32 m.; *d*, à 10 h. 35 m.; *e*, à 10 h. 38 m.

Fig. 6. Deux membranes gonidiales restées vides après l'échappement des zoospores (le 5 septembre 1870).

Fig. 7. Zoospore venant de sortir de la gonidie et se trouvant encore en mouvement. Chaque zoospore est munie de deux cils (5 septembre 1870).

Fig. 8. Zoospores tuées avec de l'iode.

Fig. 9-14. Jeunes gonidies (jeunes individus de *Cystococcus*) s'étant développées des zoospores, et cultivées sur un porte-objet pendant huit jours. — Fig. 9. Zoospores qui viennent de s'arrêter (5 septembre 1870). — Fig. 10. Les mêmes le 8 septembre. — Fig. 11. Le 9 septembre. — Fig. 12. Le 11 septembre. — Fig. 13. Le 12 septembre. — Fig. 14. Le 13 septembre. Dans les figures 13 et 14, les jeunes gonidies commencent déjà à se multiplier par division successive.

OBSERVATIONS SUR LES BULBES DES LIS

(*LILIUM* Tourn.),

Par M. P. DUCHARTRE.

PREMIER MÉMOIRE RELATIF AU *LILIUM THOMSONIANUM* Lindl.

En écrivant les *Observations sur le genre Lis*, qui ont été publiées en neuf articles dans le *Journal de la Société centrale d'horticulture de France* (1), à côté de la description des organes aériens de ces plantes je n'ai pas négligé d'exposer ce que je savais relativement à leur portion souterraine, c'est-à-dire à leur bulbe ou oignon. Mais cette partie de mon travail est certainement incomplète pour divers motifs, dont le principal est, quant à certaines espèces, l'insuffisance, et quant à d'autres ou très-rares ou nouvelles, le manque complet de matériaux. On sait, en effet, qu'un grand nombre d'espèces et variétés de ce beau genre sont fort peu répandues dans les jardins, et qu'il est dès lors difficile de se les procurer, même à un prix élevé ; que d'autres n'existent pas encore dans les cultures européennes, et que, pour toutes, les herbiers les plus riches, s'il en est qu'on puisse regarder comme tels relativement à ce genre, ne fournissent aucun sujet d'études sérieuses sur les bulbes. D'un autre côté, mes *Observations* ne sont pas accompagnées de planches, et, par une conséquence nécessaire, il y manque une foule de détails qu'un texte ne peut rendre, quelque soin qu'on puisse mettre à le rédiger, mais qu'apprend au contraire immédiatement la vue d'une figure même imparfaite. Pour remplir ces diverses lacunes, que je suis le premier à regretter, j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de reprendre ce sujet avec plus de soin et de détails, surtout en joignant au texte descriptif des figures assez nombreuses pour en faciliter notablement l'intelligence. C'est ce que je commence à réaliser dans cette note, qui sera la première d'une série dans laquelle je me propose d'examiner successivement les types assez variés de forme, de structure et de développement qu'offrent les bulbes des diverses espèces du genre Lis.

---

(1) *Observations sur le genre Lis* (*Lilium* Tourn.), à propos du catalogue de la collection de ces plantes qui a été formée par M. Max Leichtlin, de Carlsruhe (*Journ. de la Soc. centr. d'hortic. de France*, 2ᵉ série, 1870, t. IV, p. 212-222, 274-285, 341-359, 472-488, 542-562 ; t. V, 1871, p. 39-57, 87-106, 265-287, 318-324.

Je suis heureux de pouvoir adresser ici publiquement de vifs remercîments à mes obligeants correspondants : M. Krelage, l'horticulteur justement renommé de Haarlem (Hollande), et M. Max Leichtlin, le savant et zélé amateur de Lis, de Carlsruhe (grand-duché de Bade). C'est à eux que je dois à peu près tous les sujets de mes observations, qui dès lors n'auraient pu être même entreprises sans leur généreux concours. Pour le présent écrit, qui est relatif à une charmante espèce indienne, le *Lilium Thomsonianum* Lindl., j'avais pu prendre quelques notes sur un fort oignon de cette espèce qui venait de l'établissement de M. L. Van Houtte (de Gand), et sur des caïeux qui en étaient provenus; mais, pendant l'hiver de 1871-1872 et jusqu'au mois de juin dernier, M. Leichtlin a bien voulume faire plusieurs envois successifs d'oignons entiers et de fragments d'oignons pris aux différents degrés de développement que sa parfaite connaissance de la végétation des Lis lui faisait considérer comme intéressants à observer. C'est donc à lui que je dois d'avoir pu combler les lacunes trop nombreuses qui existaient dans mes notes antérieures à cette année, et d'avoir pu ainsi tracer une histoire à peu près complète des formations souterraines de cette belle espèce.

Je dois dire d'abord pourquoi j'adopte le nom spécifique de *Lilium Thomsonianum* Lindl. pour le Lis qui va faire le sujet de cette note, et pourquoi c'est par lui que je commence la série de mes études sur les bulbes de ce genre.

Découvert il y a quatre-vingts années environ, par Wallich, dans les montagnes de Gossain-Than et Kamaon, qui dépendent de la grande chaîne de l'Himalaya, ce joli Lis fut nommé par ce célèbre botaniste *Lilium roseum* ; mais cette dénomination ne fut publiée par lui que dans le catalogue autographié des plantes indiennes réunies dans le musée de la Compagnie des Indes (*A numerical List of dried specimens of plants in the East India Company's Museum ;* in-folio, 1828), sous un simple numéro (n° 5077), sans être accompagné de la moindre note caractéristique. Or, comme le dit A. P. De Candolle, dans l'exposé des lois de la nomenclature botanique (*Théor. élém.*, 2ᵉ édit., p. 282) : « Une plante n'est pas censée connue lorsqu'on l'a » seulement désignée par un nom; mais il faut encore que ce » nom soit accompagné au moins d'une phrase caractéristique » suffisante pour la faire reconnaître : ainsi, par exemple, on » n'est pas obligé à admettre des noms qui ne se trouvent que » dans un simple catalogue de jardin. » Ce principe très-sage, seule sauvegarde des droits de priorité des auteurs qui font connaître des espèces en les caractérisant pour la première fois, a été admis et sanctionné par le Congrès botanique tenu à Paris en 1867, qui l'a formulé dans les termes suivants : « Art. 46. » Une espèce annoncée dans un ouvrage sous des noms géné- » rique et spécifique, mais sans aucun renseignement sur les » caractères, ne peut être considérée comme publiée. » (*Lois de la nomencl. botan.*, dans *Actes du Congrès international de botan.*, p. 219). Conformément à cette loi, Royle ayant, une dizaine d'années après Wallich (*Illustr. of the Bot. of Himal. mountains*, I, p. 388, pl. 92, fig. 1), publié et caractérisé la même espèce comme une Fritillaire, sous le nom de *Fritillaria Thomsoniana*, et en 1845 Lindley ayant adopté pour elle cette dénomination spécifique, tout en la séparant des Fritillaires, dont elle n'a pas les caractères, pour la rattacher au genre *Lilium*, sous le nom de *L. Thomsonianum* (*Botan. Regist.* janv. 1845), c'est ce dernier nom qui seul est scientifiquement admissible. C'est donc à tort, ce me semble, que Will. Hooker (*Bot. Mag.*, tab. 4725), en 1853, et récemment M. Koch (*Wochenschr.*. 1870), ainsi que M. Baker (*Gard. Chron.*, 18 févr. 1871), ont adopté le nom de *Lilium roseum* Wall., préférablement à celui de *L. Thomsonianum* Lindl.

Si je commence cette série de notes par l'examen de bulbe (1) du *Lilium Thomsonianum* Lindl., c'est non-seulement qu'elle se présente dans des conditions spéciales d'organisation et de développement, mais encore que l'espèce à laquelle elle appartient est le type d'un sous-genre des Lis nettement caractérisé. Les caractères de ce petit groupe sont si tranchés, que, dans son *Synopsis* des *Lilium* (J. G. Baker, *A new Synopsis of all the known Lilies*, dans *Gardeners' Chronicle*, n^{os} des 28 janvier, 18 février, 15 avril, 3 juin, 15 juillet, 12 août, 9 septembre, 14 octobre, 4 novembre et 23 décembre 1871), M. J. G. Baker s'en est servi pour diviser ce genre entier en deux sous-genres fort inégaux d'étendue, dont le premier (*Notholirion* Wall.) ne comprend que le *L. Thomsonianum* avec une espèce nouvelle, *L. Hookeri*, Baker, qui a été découverte dans la zone tempérée du Sikkim (Himalaya), par le docteur D. Hooker, et qui n'a pas été encore introduite vivante en Europe, tandis que le second (*Lilium* proprement dits) réunit tous les autres Lis connus. Sous ce nom ou bien sous celui d'*Amblirion* Rafin., le même sous-genre, qui correspond aux *Lilia fritillaroidea* de Roemer et Schultes, est conservé par tous les liriographes, qui ne l'ont pas confondu avec les Fritillaires, comme le faisait Kunth (*Enumeratio*, IV), et il est placé par eux à la tête du genre entier. C'est donc l'ordre naturel qui m'autorise et me détermine à commencer l'examen des bulbes des Lis par l'histoire de celle du *Lilium Thomsonianum* Lindl. J'ajoute que, comme on va le voir, l'organisation et le développement de l'oignon de cette espèce ne sont pas moins distinctifs pour elle, relativement à ses congénères, que ne l'est dans sa fleur le caractère du style nettement trifide à son extrémité supérieure.

---

(1) Tous les dictionnaires, et à leur tête celui de l'Académie, font le mot *bulbe* féminin. De Candolle, Mirbel, même, en 1840, Aug. Saint-Hilaire, ont conservé à ce mot son genre réel ; cependant, sans raisons connues, A. Richard et A. de Jussieu ont employé au masculin ce même mot qui, jusqu'à eux, avait été constamment usité comme féminin. Ce changement ne me paraissant avoir ni motifs ni avantages, je suis l'autorité de l'Académie française, la seule souveraine en matière de langue.

I. — Bulbe du *Lilium Thomsonianum* Lindl. (*L. roseum* Wall.).

Les auteurs ne fournissent à peu près aucun renseignement sur l'organisation de l'oignon de cette espèce, et ils sont absolument muets sur son développement, ainsi que sur la remarquable puissance de multiplication qui le caractérise. Ce que j'en ai dit moi-même dans mes *Observations* (1) se réduit à un petit nombre d'indications complétement insuffisantes. La description de Royle (*Illustr. Himal.*, I, p. 388), la première, à ma connaissance, qui ait été publiée pour ce Lis, renferme uniquement les mots suivants, à titre d'observation additionnelle : « Bulbus e squamis pluribus sublanceolatis acutis carnosis extimis marcescentibus membranaceis compositus. » Kunth s'est borné à reproduire ces mêmes mots (*Enum.*, IV, p. 672). Ni Spae (*Mém. sur les espèces du genre Lis*, 1847, p. 10), ni Will. Hooker (*Botan. Magaz.*, tab. 4725), ni M. de Cannart d'Hamale (*Monogr. histor. et littér. des Lis*, 1870), n'en ont fait mention. Enfin M. Baker (*Garden. Chron.*, 1871, p. 201) s'est contenté de commencer sa description de la même espèce, admise par lui sous le nom de *Lilium roseum* Wall., par la phrase suivante (2) : « Bulbe à tuniques, longue et épaisse d'un pouce et demi à 2 pouces (anglais = $0^{m},038$ à $0^{m},051$), enveloppée de plusieurs tuniques lâches, grises ou brunâtres, glabres, scarieuses, qui arrivent jusqu'à son col. »

Pour décrire en détail l'organisation et le développement de la bulbe du *Lilium Thomsonianum* Lindl., deux marches peuvent être suivies : la considérer dans son extrême jeunesse, pour constater ensuite les divers états par lesquels elle passe avant d'atteindre son état parfait ; ou bien, au contraire, l'examiner dans son état de développement complet, pour rattacher ensuite à cet exposé les phases successives de sa croissance. C'est cette dernière marche que j'adopterai de préférence à la première, parce que je crois qu'elle me permettra d'abréger mon exposé, tout en y mettant plus d'ordre et de précision.

---

(1) *Journ. de la Soc. centr. d'hort. de France*, 2e série, 1870, t. IV, p. 553; tirage à part, p. 69.

(2) « Root a tunicated bulb, 1 1/2-2 inches thick and deep, enveloped in many » loose grey or brownish glabrous scarious coats, reaching up to its neck. »

Un oignon à peu près entièrement développé de *Lilium Thomsonianum* est représenté sur la figure 1, pl. 15, tout entier et avec ses tuniques parfaitement intactes, tel qu'il se montre avant qu'il ait commencé d'émettre, par son extrémité supérieure, entr'ouverte pour cela, des feuilles vertes qu'on sait devoir acquérir en moyenne 0^m,39 à 0^m,40 de longueur. C'est au mois d'octobre ou plus tôt qu'on le voit dans cet état, sous lequel il importe de l'examiner afin de reconnaître la nature et les caractères de ses enveloppes scarieuses externes. L'échantillon qui a été le sujet de la figure 1, planche 15, offrait quatre de ces enveloppes, se recouvrant l'une l'autre. Il m'avait été envoyé, au commencement du mois de novembre 1871, par M. Krelage. Les deux externes de ces enveloppes (^{1} et $_2$) étaient brunes, de consistance sèche et scarieuse, minces et fragiles dans toute leur portion membraneuse, mais parcourues dans leur longueur par plusieurs fortes nervures auxquelles correspondaient extérieurement tout autant de côtes longitudinales. La plus externe embrassait les trois quarts du pourtour de l'oignon, et ses côtes, par conséquent ses nervures, étaient au nombre de 15; celles-ci devenaient fines et serrées vers la partie supérieure ou sur le col de l'oignon, en *aa*. Cette tunique mesurait 0^m,048 dans sa plus grande largeur. On voit par cette figure que ses deux bords, exactement appliqués sur la partie renflée de l'oignon, s'étalaient un peu plus haut. La seconde enveloppe (^{2}, fig. 1, pl. 15) était déjà sensiblement plus mince, plus papyracée, moins sèche et plus flexible, large au maximum de 0^m,041; elle était relevée de 13 côtes, et, comme le montre la figure, elle se prolongeait supérieurement, ainsi que la première, en une portion étroite, plus ou moins lacérée, qui n'était évidemment que les derniers restes d'un limbe foliaire détruit à cette époque. Quant à leur insertion, ces deux enveloppes n'étaient pas exactement opposées l'une à l'autre, mais elles constituaient les deux premiers termes d'une spirale en quinconce à peu près rigoureux (2/5). Sous ces deux enveloppes s'en trouvait une troisième entièrement cachée par elles, également brune et sèche, mais beaucoup plus ténue, même largement déchirée selon sa longueur et vers son milieu, sous l'action de l'accroissement en épaisseur des parties sous-jacentes ; ses côtes, au nombre de onze, étaient peu proéminentes, et son extrémité supérieure se reployait en capuchon par ses bords fortement infléchis. Sa largeur maximum ne dépassait pas 0^{m},028. Enfin, sous ces trois enveloppes il en existait une quatrième également brune, mais plus pâle, encore plus mince, luisante. à côtes presque entièrement effacées, au moins dans la partie inférieure, large au maximum de 0^{m},02, dont le bord gauche était déjà plus ou moins complétement désorganisé.

Ainsi, l'oignon du *Lilium Thomsonianum* Lindl., tel que je viens de le considérer, offrait extérieurement quatre enveloppes concentriques, brunes et scarieuses, à plusieurs côtes et nervures diminuant graduellement de largeur et de consistance à mesure qu'elles étaient plus internes, et dans lesquelles il est évident qu'on ne peut voir autre chose que la base des feuilles normales, longues et étroites, qui avaient été produites pendant la période végétative antérieure. Or, dans cette espèce, cette période commence de bonne heure : les feuilles s'étendent déjà hors de la bulbe dès la fin de l'automne, et elles perdent de bonne heure aussi leur portion externe et verte, pour ne laisser que leur portion basilaire souterraine qui forme les enveloppes brunes et scarieuses dont il vient d'être question. Employant dans tout ce qui va suivre le langage usité, j'appellerai ces enveloppes des tuniques, mais avec cette restriction essentielle, que, sauf pendant la première jeunesse de l'oignon, ce sont des tuniques incomplètes qui n'embrassent chacune qu'une portion du pourtour de la bulbe. Le nombre de ces tuniques est égal à celui des feuilles dont elles sont les restes ; il doit donc varier comme celui des feuilles, en raison de l'âge et de la force des individus, mais sans dépasser un maximum, qui m'a semblé être de huit ou peu supérieur à huit. Il est probable que l'oignon représenté par la figure 1, pl. 15, avait déjà perdu les plus externes de ses tuniques ;

il est même assez fréquent d'en trouver en automne moins que celui-ci n'en avait conservé en bon état.

Sous les quatre tuniques brunes existait, dans le même échantillon, la masse des écailles épaisses et charnues, qui constituaient en presque totalité le volume de l'oignon, et que je dois décrire maintenant avec les détails nécessaires. Pour que cette description soit plus complète, et pour éviter les répétitions inutiles, je considérerai l'oignon de l'espèce qui m'occupe, non pas tel que le représente la figure 1, pl. 15, mais à une époque plus avancée de son développement, lorsqu'il a déjà produit ses nouvelles feuilles normales, et qu'il offre par conséquent toutes ses parties constitutives.

C'est dans cet état que se trouvait celui que représente la figure 2, planche 15, qui m'avait été envoyé de Carlsruhe, le 28 janvier 1872, par M. Max Leichtlin, et qui mesurait 0^m,045 de longueur sur environ 0^m,030 d'épaisseur.

L'ensemble de cette bulbe n'était plus recouvert que de deux tuniques brunes et sèches, qui l'embrassaient chacune dans les deux tiers au moins de son pourtour. La plus extérieure des deux était même déjà tellement sèche et si peu cohérente, qu'elle s'était dédoublée en deux lames concentriques et qu'elle s'était déchirée de haut en bas en trois sortes de grands lobes irréguliers sur plus de la moitié de sa longueur. Cette même tunique n'offrait pas moins de 23 côtes longitudinales, et par conséquent de nervures. Dans la figure 2, pl. 15, ces deux tuniques externes ont été supprimées, et en outre on a tronqué d'un côté les longues feuilles (f^1 à f^7), de l'autre les racines (r, r', r'').

Parmi les racines il y a lieu de distinguer deux catégories : 1° Les racines normales r, r, en grand nombre, dirigées comme d'habitude de haut en bas, naissant du pourtour de l'axe raccourci ou fondamental qui forme le centre et le soutien de tout le système souterrain de la plante, et qu'on nomme vulgairement le *plateau ;* dans le faisceau qu'elles constituent par leur réunion, les plus récentes sont les plus excentriques ou les plus externes, selon la loi du développement successif de ces organes chez les végétaux monocotylédons ; ces dernières se sont même fait jour quelquefois, comme le montre la figure 2, pl. 15, à travers la base des écailles charnues. 2° Deux groupes r', r'', de racines remarquables parce qu'elles se dirigeaient d'abord de bas en haut, sur une longueur égale ou supérieure à celle des tuniques brunes, pour se recourber ensuite et prendre alors une direction descendante. Le groupe le plus nombreux r' était né à l'aisselle de la tunique externe, tandis que l'autre, réduit à deux racines r'', avait pris naissance en dedans de la tunique interne.

Cet oignon du *Lilium Thomsonianum*, considéré tout entier après l'enlèvement des deux tuniques brunes, se montre, comme on le voit sur la figure 2, pl. 15, constitué par deux sortes de formations dissemblables : 1° les écailles charnues et nourricières, a, a', a'', a''', a'''' ; 2° les feuilles normales, f^1 à f^8.

1° Les écailles (ou feuilles-écailles, si l'on veut) a, a', a'', a''', a'''', constituent la plus grande partie du volume de l'oignon entier. Elles sont au nombre de sept, grandes, d'un blanc un peu jaunâtre, largement ovales, acuminées, et la pointe qui les termine est d'autant plus prolongée qu'elles sont plus internes. Leur tissu est charnu-ferme, épais à ce point que l'écaille la plus externe a n'a pas moins de 0^m,004 d'épaisseur dans sa portion moyenne ; elles s'amincissent beaucoup vers leurs bords, qui sont comme tranchants. Chacune d'elles est parcourue dans sa longueur par *sept* nervures auxquelles correspondent, sur leur face externe, tout autant de larges côtes arrondies. Leur contour se modifie beaucoup à mesure que, dans l'ordre spiral (2/5) selon lequel elles s'insèrent, elles se trouvent plus en dedans : les deux ou trois premières, a, a', sont largement ovales, sensiblement rétrécies à leur base ; au contraire, les internes s'élargissent beaucoup vers leur base, où elles offrent comme deux grandes oreillettes, au-dessus desquelles elles se rétrécissent fortement pour passer ensuite à une lame ovale-lancéolée, acuminée, qui forme environ les deux tiers de leur longueur totale ; en d'autres termes, elles ont la forme générale que représente la fig. 3, pl. 15. Le passage de l'une à l'autre de ces deux configurations se fait en général assez progressivement dans les écailles intermédiaires (1).

(1) Voici pour les sept écailles nourricières du même oignon (fig. 2, pl. 15) la série

Ces écailles nourricières ne se prolongent jamais à leur sommet en limbe foliaire. D'un autre côté on n'observe pas la moindre transition entre elles et les feuilles normales $f, f^1, \ldots, f^8$, dont elles embrassent le faisceau tout entier dans sa partie inférieure. Mais ce qu'il y a de plus remarquable en elles, c'est l'étonnante faculté de propagation dont elles sont douées, ainsi que les circonstances toutes particulières dans lesquelles elle se manifeste. Cette faculté va en s'affaiblissant chez elles de dedans en dehors, de telle sorte qu'elle est à son maximum sur les deux ou trois écailles internes, tandis qu'elle est généralement fort peu prononcée sur les externes ; toutefois en m'envoyant successivement et à différentes époques des échantillons de ces écailles nourricières, M. Leichtlin m'a mis à même de constater qu'il y a beaucoup de diversité à cet égard d'un oignon à l'autre. Dans celui que représente la figure 2, pl. 15, les quatre écailles internes possédaient à un haut degré la faculté de propagation qui s'exprime chez elles par la production d'un grand nombre de bulbes secondaires, caïeux ou bulbilles, comme on voudra les nommer, tandis que les trois placées plus extérieurement étaient à peu près stériles ; cependant sur d'autres échantillons celles-ci se sont montrées elles-mêmes plus fécondes. Dans tous les cas, l'énergie de cette faculté de multiplication est notablement moindre pour les écailles externes que pour les internes. Voici maintenant comment elle s'exerce.

J'ai dit que chaque écaille nourricière est parcourue par sept nervures longitudinales. C'est là le nombre normal de ces nervures; très-rarement il peut s'élever à neuf, et parfois il descend à cinq. A la face interne et concave de cette écaille, vers sa base, ces nervures offrent l'apparence de filets jaunâtres, longeant cette même face, sur une longueur qui peut aller jusqu'à 10 et 12 millimètres. Dans cette étendue, l'écaille sensiblement amin-

des dimensions : la 1^{re}, ou la plus externe (a), $0^m,045$ sur $0^m,040$, et $0^m,016$ à l'insertion; la 2^e (a'), $0^m,045$ sur $0^m,035$; la 3^e, $0^m,045$ sur $0^m,029$; la 4^e, $0^m,048$ sur $0^m,021$, avec $0^m,020$ à l'insertion; à $0^m,008$ au-dessus de son attache, celle-ci forme un rétrécissement qui la réduit à $0^m,016$; la 5^e est égale à la 4^e; la 6^e et la 7^e ont $0^m,050$ sur $0^m,014$ vers le milieu de leur hauteur, et 0,024 un peu au-dessus de l'attache, c'est-à-dire au niveau où chacune d'elles est élargie en deux oreillettes arrondies.

cie, offre sept sillons, et au fond de chacun de ceux-ci s'étend l'une des nervures qui s'y trouve même souvent plus ou moins isolée par ses côtés, au moyen de deux fissures longitudinales, parallèles entre elles, plus ou moins profondément enfoncées dans le tissu adjacent ; il en résulte qu'une section transversale menée à ce niveau s'offre comme la montre la figure 5, pl. 15, sur laquelle *a* est la coupe d'une nervure bien isolée par ses deux côtés, tandis que *a'* est celle d'une autre restée adhérente par ces mêmes côtés. Au-dessus de cette portion basilaire amincie, les nervures s'enfoncent dans la profondeur du tissu de l'écaille pour y occuper la situation normale, comme on le voit sur la figure 1, planche 16 ; en même temps les sept sillons ou fossettes longitudinales s'effacent graduellement ou même presque brusquement, laissant la plus grande partie de cette face interne lisse et unie, comme on le voit sur la figure 3, planche 15.

De bonne heure chacune des sept nervures des écailles internes donne naissance à un caïeu sessile et plus ou moins enfoncé dans la fossette ou sillon qui y correspond. Le point où ce caïeu s'attache se trouve le plus souvent à la hauteur de 3 à 5 millimètres au-dessus de la base même ou de l'attache de cette écaille ; mais je l'ai vu, dans quelques cas, situé au moins deux fois plus haut. Bientôt, au-dessus de ce premier caïeu, il s'en produit un second, qui se trouve dès lors un peu en retard sur le premier ; il peut même s'en former plus tard un troisième, d'où l'on voit que chacune de ces écailles bulbillifères peut produire ainsi quatorze caïeux ou même davantage. Il peut donc y avoir un total de 50 à 60 caïeux ou bulbilles pour les quatre écailles internes d'un même oignon, et ce nombre, tout considérable qu'il est, est assez souvent dépassé d'une manière notable, soit parce que les écailles internes produisent chacune 16, 17 ou même 18 caïeux épiphylles, soit parce qu'une ou deux des écailles situées plus vers l'extérieur deviennent, quoique à un moindre degré, le siége d'un phénomène analogue. Dans un cas, j'ai vu les quatre écailles internes chargées chacune de 7 à 14 caïeux, le nombre décroissant pour elles depuis celle qui, dans l'ordre spiral, était la plus voisine du centre de l'oignon jusqu'à celle qui en était la plus éloignée ; ensuite venait une écaille plus externe qui n'avait que 3 caïeux, un médian et 2 latéraux ; enfin les deux écailles tout à fait externes n'avaient donné chacune qu'un seul caïeu fort petit, issu de leur nervure médiane et presque rigoureusement basilaire. Dans un autre oignon, les deux écailles externes paraissaient être restées stériles (1) ; mais les cinq écailles plus internes portaient chacune au moins 7 caïeux, le nombre de ceux-ci dépassant 14 pour les plus voisines du centre. Je crois que la vigueur des plantes doit influer puissamment sur l'énergie avec laquelle s'opère leur multiplication par ce moyen, et par conséquent sur le nombre total des caïeux que produisent leurs écailles nourricières.

Je ne connais pas d'autre espèce de Lis, je pourrais même dire de plante bulbeuse, qui produise des caïeux, ni de la manière qui vient d'être décrite, ni en aussi grande abondance ; cependant il y a une espèce qui paraît être bien douée sous ce dernier rapport : c'est le *Lilium pardalinum,* de Californie, dont le docteur Kellogg, en le publiant comme un type spécifique voisin du *L. canadense*, mais toutefois suffisamment distinct, à son avis (2), disait : « C'est un Lis extraordinairement prolifique » (*most singularly prolific*). Sa production annuelle de bulbes » est aussi abondante que celle de la Pomme de terre en tuber» cules. » Grâce à l'aimable obligeance de mon correspondant et ami M. Max Leichtlin, j'ai pu suivre cette année la végétation d'un pied de cette belle espèce. J'ai reconnu qu'en effet elle possède une puissance de multiplication réellement remarquable ; mais, comme j'aurai occasion de le montrer dans la suite de ces notes, elle ne peut être comparée avec le Lis de Thomson, ni pour l'abondance avec laquelle elle produit ses caïeux, ni pour la régularité ou la manière avec lesquelles elle les donne.

La forme auriculée à la base des écailles nourricières du

---

(1) Ce second échantillon m'avait été encore envoyé de Carlsruhe par M. Leichtlin. Comme la base en avait été supprimée, il est possible que le petit caïeu, qui avait pu se trouver tout à la base de la nervure médiane des deux écailles externes, eût été enlevé.

(2) *Proceedings of the California Academy of natural Sciences*, t. II, p. 12.

Lilium Thomsonianum paraît être liée intimement à l'abondance avec laquelle elles donnent naissance à des caïeux ; aussi l'observe-t-on sur un nombre de ces écailles d'autant plus grand qu'il y en a davantage qui se sont montrées fécondes sur leurs sept nervures. La comparaison des deux oignons adultes que j'ai pu examiner et disséquer m'a offert des différences marquées sous ce rapport.

On prendra une idée de la disposition et du développement des nombreux caïeux de ce Lis en comparant entre elles les figures 3, 4, pl. 15 ; 1 et 11, pl. 16. Sur la figure 3, pl. 15, une écaille bulbillifère est reproduite telle qu'elle se trouvait dans l'oignon adulte qui m'avait été envoyé entier par M. Leichtlin, le 28 janvier 1872 ; on y voit les caïeux en place et de grandeur naturelle : l'un d'eux *c*, qui était né sur la nervure médiane, s'était prolongé en une longue feuille verte, tandis que ses voisins de droite et de gauche étaient encore fort petits et n'avaient guère en moyenne que $0^{m},002$ de longueur. La figure 4, pl. 15, représente la portion moyenne de la même écaille, dans sa portion bulbillifère, assez grossie pour en montrer plus nettement les détails. On voit ainsi : 1° que chaque sillon parcouru par l'une des nervures rapproche notablement ses deux bords avant de se dilater en fossette occupée par le ou les caïeux ; 2° que, sauf la nervure médiane *c*, qui a produit le caïeu déjà développé en longue feuille verte (*c*, fig. 3, pl. 15), toutes ont donné déjà deux petits caïeux superposés, dont le supérieur se trouve encore beaucoup plus petit que l'inférieur. Quant à la figure 1, pl. 16, elle montre, à l'aide d'une coupe longitudinale et d'une vue de profil, la situation relative de deux caïeux nés d'une même nervure.

On vient de voir que sur l'écaille représentée par la figure 3, pl. 15, le caïeu produit par la nervure médiane est fort en avance de développement sur tous les autres, puisqu'il s'est déjà prolongé en feuille verte, tubulée, longue de $0^{m},07$. Il arrive de même, dans un assez grand nombre de cas, que le caïeu médian soit plus développé que les autres en proportion plus ou moins forte ; mais ce n'est pas là une règle sans exception, à beaucoup près : insi sur les quatre caïeux déjà prolongés chacun en une longue feuille, c, c', c'', c''', qui existaient dans l'oignon représenté sur la figure 2, pl. 15, c et c''' provenaient d'une nervure médiane, mais c' et c'' étaient latéraux, et de plus ils étaient nés sur la même moitié de l'écaille qui aurait porté le n° 6 dans l'ordre d'insertion.

Si, à la fin du mois de janvier, les caïeux nés sur les nervures des écailles nourricières sont encore fort petits, à partir de ce moment ils croissent rapidement. Déjà, le 7 mars 1872, une écaille bulbillifère qui m'a été envoyée par M. Leichtlin, détachée de la bulbe à laquelle elle avait appartenu, les offrait avec les dimensions et dans la situation que reproduit la figure 11, pl. 16. Dans cet échantillon il existait 16 caïeux en place, et un dix-septième s'était détaché pendant le voyage. Il avait donc fallu que trois nervures sur sept produisissent 3 caïeux chacune. Le plus développé de ces caïeux a, né sur la nervure médiane, mesurait déjà 0^{m},015 de longueur sur 0^{m},012 d'épaisseur. Comme l'espace lui avait manqué pour acquérir de pareilles dimensions à sa place d'origine, comme d'ailleurs le grossissement de ses voisins l'avait soulevé graduellement, il avait arraché de force une lanière du tissu de l'écaille qui, comme on le voit sur cette figure, adhérait encore à sa base et lui formait un assez long pédicule.

Il arrive un fait analogue pour la généralité de ces caïeux pendant qu'ils grossissent. S'appuyant sur leurs voisins tandis qu'ils s'accroissent eux-mêmes, soulevés d'ailleurs à mesure que ceux-ci acquièrent plus de volume, les uns se forment un pédicule par l'arrachement de la portion de nervure sur l'extrémité de laquelle ils étaient nés; les autres peuvent être détachés et isolés violemment ; de là vient que, à une époque encore plus avancée de leur développement, ces caïeux, qui tous sont nés sessiles sur une écaille nourricière, se montrent tantôt pédiculés, tantôt libres de toute adhérence.

Il importe d'ajouter que les caïeux épiphylles, en se développant, épuisent l'écaille qui leur a donné naissance, d'abord dans sa portion inférieure à laquelle ils s'attachent, ensuite et graduellement de plus en plus haut. Déjà l'écaille que représente la figure 11, pl. 16, avait perdu sa consistance et se montrait comme vidée de toute substance nutritive dans le tiers inférieur de sa longueur, molle et flasque dans le reste de son étendue. C'était, il me semble difficile d'en douter, le commencement de la désorganisation qui devait laisser plus tard les caïeux libres. D'un autre côté, l'oignon entier que j'ai examiné au commencement du mois de mars offrait ses deux écailles externes et stériles encore fraîches, épaisses et rigides, quand ses quatre écailles internes étaient épuisées, amincies et ridées sous l'action des nombreux caïeux auxquels elles avaient donné naissance; quant à sa troisième écaille, intermédiaire par sa situation entre les deux externes et les quatre internes, elle l'était aussi par son état d'épuisement, car elle se montrait toute ridée à l'extérieur, unie et fraîche à l'intérieur dans sa portion supérieure, tandis que sa portion inférieure et bulbillifère était amincie et épuisée.

2° En dedans des écailles nourricières, à l'âge de la bulbe de *Lilium Thomsonianum* que représente la figure 2, pl. 15 (fin de janvier), se trouve la masse des longues feuilles normales qu'indiquent f^1 à f^8. Sur cette figure ces feuilles, trop longues pour y être dessinées entières, sont représentées tronquées à quelques centimètres au-dessus du sommet des écailles, sauf la plus interne f^8. Il est facile de reconnaître qu'elles vont en diminuant de longueur et de largeur vers le centre du faisceau, à ce point que la plus interne d'entre elles f^8 est environ cinq fois plus étroite et plus courte que celles qui forment l'extérieur de ce même faisceau.

La base de ce faisceau de feuilles, pris dans le même oignon, est représentée par la figure 2 (pl. 16), reposant sur l'axe fondamental de la formation tout entière, tel qu'il reste après l'enlèvement des tuniques brunes et des écailles nourricières. D'un autre côté, la figure 14 (pl. 16) montre la base du faisceau foliaire pris au centre de l'oignon plus avancé, qui m'avait été envoyé dans les premiers jours du mois de mars. Dans l'un et l'autre cas, cette base forme un léger renflement, sensiblement plus prononcé au commencement de mars (fig. 14), qu'à la fin de janvier (fig. 2). Là les feuilles, dont la substance légèrement épaissie atteint un millimètre au plus d'épaisseur, sont marquées extérieurement de stries nombreuses qui correspondent à tout autant de nervures. Ces stries se prolongent sur toute la longueur du limbe, mais en y devenant beaucoup plus légères, à une faible hauteur. Les deux oignons que j'ai pu examiner en détail renfermaient l'un huit, l'autre sept de ces organes, dont la disposition phyllotaxique était quinconciale. A l'extérieur du faisceau il n'existait absolument aucune apparence de transition entre les écailles nourricières et les feuilles. On n'en remarquait pas davantage entre les feuilles vertes les plus internes et les productions centrales, encore de faibles dimensions, qu'elles entouraient de leur base fortement concave, et dans lesquelles il était facile de reconnaître une nouvelle génération d'écailles nourricières; ces dernières productions cachaient et enveloppaient entièrement, par leur ensemble, le bourgeon central encore très-jeune qui occupait le sommet de l'axe de la bulbe totale. C'est cette nouvelle génération d'écailles nourricières que représentent en place et dans deux positions différentes les figures 3 et 15 (pl. 16), dont la dernière a été fournie par l'oignon disséqué en mars, et la première par celui que j'ai examiné à la fin de janvier.

On voit, par la comparaison des fig. 2 et 3, 14 et 15, pl. 16, que toutes les feuilles du *Lilium Thomsonianum* sont concaves à leur base, qui est large et embrassante, blanche et côtelée; mais que la plus interne d'entre elles, se dilatant plus que les autres dans cette partie, embrasse la moitié de la masse des jeunes écailles, au-dessus de laquelle elle rapproche ses bords en tube, pour s'ouvrir plus haut en gouttière et s'aplanir plus haut encore presque entièrement. Cette même masse centrale est déjà très-complexe; je l'ai trouvée formée, dans mes deux sujets, d'une douzaine d'écailles disposées en ordre quinconcial, de manière à constituer deux cycles complets. Parmi ces écailles, les quatre ou cinq externes sont à peu près de la même grandeur, nettement côtelées en dehors, charnues et déjà épaisses de près de $0^{m},002$, bien que leur longueur ne soit que de 8 à 9 millimètres, au commencement du mois de mars. Leur contour est ovale-deltoïde, et elles deviennent d'autant plus étroites qu'elles sont plus intérieures; elles sont donc beaucoup moins embrassantes à leur base que les feuilles qui les entourent; enfin, elles ne possèdent intérieurement que sept nervures, tandis que les feuilles ont toujours le double, le triple de ce nombre ou même davantage. Elles sont donc, dès cet instant, bien caractérisées comme devant devenir les écailles nourricières et bulbillifères de la bulbe qui émettra ses feuilles à l'automne prochain. Sur le sujet de la figure 15, pl. 16, qui était plus avancé de cinq à six semaines que celui de la figure 3, des six premières aux suivantes, on remarquait un ressaut prononcé, une différence brusque de grandeur, la sixième étant longue de 0^{m},006, tandis que la septième n'avait que 0^{m},003 de hauteur, par conséquent, la moitié seulement des dimensions de la précédente. Cette particularité pouvait résulter de ce que la bulbe en voie de formation ne devait avoir que six écailles nourricières, ou bien de ce que six de celles-ci avaient seules revêtu déjà leurs caractères distinctifs. — Quant aux écailles plus internes, elles devenaient de plus en plus petites, et les plus voisines du centre ne formaient encore que des saillies presque microscopiques, entourant l'extrémité végétative de l'axe qui était conformée en mamelon déprimé ou même un peu concave au sommet. Ces très-petites écailles internes me semblent devoir être les premiers indices des feuilles qui se développeront dès la fin de l'automne suivant et qui acquerront alors rapidement une longueur de 0^{m},25, 0^{m},30 ou même davantage.

Ainsi, en résumé, l'oignon du *Lilium Thomsonianum*, considéré avant l'hiver, offre, de l'extérieur à l'intérieur, les parties suivantes : 1° quelques tuniques brunes ou brunâtres, sèches et plus ou moins scarieuses, à nervures nombreuses, embrassant chacune une grande portion de la circonférence, qui ne sont que les restes de la base des feuilles de la végétation antérieure ; 2° de grandes écailles nourricières généralement au nombre de sept, ne se prolongeant jamais en limbe foliacé et très-remarquables par la faculté qu'elles possèdent de produire de nombreux caïeux à leur face interne, à une certaine hauteur au-dessus de leur base, sur les nervures qui les parcourent longitudinalement ; 3° un faisceau de longues feuilles vertes, généralement au nombre de sept, très-largement embrassantes à leur base et pourvues de nombreuses nervures ; 4° de jeunes écailles nourricières qui prendront tout leur développement pendant la prochaine période végétative ; 5° les rudiments des feuilles que cette même période végétative prochaine fera pousser et amènera à leur longueur normale. Chacune des générations qui correspondent à une période végétative comprend une série d'écailles nourricières et une série de feuilles; dès lors l'oignon adulte, considéré à la fin de l'hiver, réunit : 1° quelques restes de la génération antérieure ; 2° la génération présente, arrivée à l'apogée de son développement ; 3° enfin, la génération prochaine encore en voie de formation, mais permettant déjà de reconnaître les caractères qui distinguent l'un de l'autre ses deux éléments constitutifs.

Cette organisation de la bulbe qui m'occupe est remarquable par la régularité avec laquelle alternent entre elles la série des écailles nourricières et celle des feuilles normales, ainsi que par le défaut de transition entre ces deux ordres d'organes dissemblables pour leurs caractères physiques et pour le rôle qu'ils jouent.

Mais cette succession et cette alternance de formations foliaires complétement dissemblables d'état, de consistance et d'action, peuvent être altérées artificiellement à la suite d'une opération dont les effets intéressent à la fois le botaniste et l'horticulteur. Il paraît que l'oignon du *Lilium Thomsonianum*, quand il est abandonné à lui-même, et que, selon sa tendance naturelle, il produit des caïeux en grand nombre sur ses écailles nourricières, a rarement la force de développer son axe fondamental en tige florifère ; aussi, dans ce cas, en obtient-on rarement la floraison. Pour ma part, j'ai conservé des pieds de cette espèce pendant plusieurs années sans les voir fleurir, et diverses personnes m'ont assuré n'avoir pas été plus heureuses, à cet égard, que je ne l'avais été moi-même. Frappé de la difficulté qu'il éprouvait à obtenir la floraison de cette belle espèce et convaincu que cette difficulté tenait à l'abondance avec laquelle s'y produisent habituellement les caïeux épiphylles, M. Leichtlin a imaginé de s'opposer à cette production de caïeux pour diriger vers l'axe lui-même toute la force végétative de la bulbe et, par suite, pour le déterminer à s'élancer en tige florifère. D'après une lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'écrire, le 13 novembre 1871, dès le mois de janvier, il enlève, avec la lame d'un canif effilé, les caïeux encore très-jeunes qui ont déjà pris naissance sur les écailles nourricières, et il répète cette opération au mois de mars pour supprimer ceux qui avaient pu lui échapper la première fois ou qui ont été produits plus tard que les premiers. Dès lors les matières nutritives de la plante n'étant plus absorbées, en majeure partie, par le développement des caïeux, favorisent à un degré inusité la croissance de la bulbe, qui en acquiert un volume considérable, et elles déterminent ordinairement l'axe fondamental à s'allonger en tige florifère.

La fig. 1, pl. 17, représente, de grosseur naturelle, un oignon que M. Leichtlin a bien voulu m'envoyer, le 23 mai 1872, après en avoir enlevé tous les caïeux épiphylles de la manière et aux époques qui viennent d'être indiquées. Comparé à celui des bulbes que représentent les fig. 1 et 2, pl. 15, le volume en était devenu vraiment exceptionnel, car il n'avait pas moins de $0^m,049$ dans le sens de son plus grand diamètre transversal, de $0^m,057$ dans celui de sa hauteur. En outre, la dissection que j'en ai faite a montré que l'organisation intérieure en avait été notablement altérée.

Le revêtement externe de cet oignon consistait en sept écailles brunes, scarieuses, offrant chacune onze à dix-neuf côtes et nervures ; les trois extérieures (f, f', f''), plus ou moins déchirées ou en partie désorganisées, n'offraient plus à leur sommet que la cicatrice laissée par la destruction totale du limbe foliaire, tandis que les quatre plus intérieures ($f''', f^{iv}, f^{v}, f^{vi}$) conservaient encore à leur extrémité des restes plus ou moins altérés de ce limbe. Ainsi, les feuilles, dont ces écailles scarieuses n'étaient que la base élargie, avaient été produites selon le nombre normal.

Toute la masse recouverte par ces tuniques sèches consistait uniquement en nombreuses écailles charnues, épaisses, d'un blanc jaunâtre, dont aucune ne présentait au sommet le moindre indice de limbe foliacé, et dont les plus externes, qui étaient en même temps les plus grandes, montraient leur extrémité (*b*, *b'*, fig. 1, pl. 17) en saillie au-dessus des tuniques brunes. Parmi ces écailles charnues, la plus externe avait neuf nervures et les quatre suivantes en offraient chacune sept. Ces cinq écailles extérieures étaient larges et étalées; celles qu'elles entouraient devenaient de plus en plus étroites, et leurs côtés se reployaient plus ou moins en dedans; celles-ci ne possédaient plus que cinq nervures. Les écailles allaient ainsi en diminuant de longueur et de largeur, tout en restant épaisses et charnues, jusqu'à la vingt et unième, qui avait moins de $0^{m},015$ de longueur. La vingt-deuxième, longue seulement de $0^{m},006$, était la première du groupe central qu'on pouvait regarder comme le bourgeon terminal. Celui-ci est vu par en haut et tout entier sur la fig. 2, pl. 17. Je l'ai trouvé composé d'une douzaine d'écailles de plus en plus petites, toutes charnues, ovales-raccourcies, jusqu'aux plus internes et, par conséquent, aux plus jeunes qui étaient à peine visibles sous une forte loupe; mais l'extrémité d'axe que terminait ce bourgeon était surbaissée et ne semblait nullement disposée, à cette époque à laquelle fleurit ordinairement le *Lilium Thomsonianum*, à se développer en tige florifère.

Ainsi, dans cet oignon, l'ablation des caïeux épiphylles avait eu pour effet d'altérer profondément l'ordre de formation alternative de feuilles et d'écailles nourricières; elle avait donné lieu à une production considérable d'écailles charnues (j'en ai compté trente-quatre, abstraction faite de celles qui étaient simplement naissantes) et à la suppression d'une nouvelle génération de feuilles normales. Contrairement à ce qui est la conséquence ordinaire de cette opération, elle n'avait pas déterminé le développement d'une tige florifère centrale; toutefois, à l'aisselle de l'une des grandes écailles charnues externes était né un court pédoncule terminé par une fleur à laquelle avait succédé une capsule encore incomplétement développée au moment où j'ai examiné cet oignon. La fig. 3, pl. 17, représente, doublée en grandeur, cette capsule avec l'épais pédoncule qui la portait et la bractée asymétrique, nettement latérale, qui s'attachait sur sa base.

Développement d'une tige florifère. — Pour compléter cette histoire de la bulbe du *Lilium Thomsonianum* Lindl. et de son développement, il me reste à faire connaître comment elle donne naissance à une tige florifère et ce qu'amène pour elle la floraison. C'est encore à l'infatigable obligeance de M. Max Leichtlin que j'ai dû de pouvoir combler cette lacune regrettable qui était restée jusqu'au dernier moment dans mes observations.

Le 12 juin 1872, ce généreux et éclairé correspondant a bien voulu m'envoyer un oignon de *Lilium Thomsonianum* qui avait fleuri dans l'année, ainsi qu'une tige fructifère séparée sur laquelle se trouvaient trois capsules. L'une de celles-ci est représentée : 1° en entier sur la fig. 7, pl. 17, avec la bractée *b*, à l'aisselle de laquelle était venue la fleur ; 2° coupée longitudinalement dans sa moitié supérieure, sur la fig. 8, pl. 17 ; 3° enfin, coupée transversalement vers son milieu, sur la fig. 9, pl. 17. J'ai cru devoir également dessiner une graine prise dans cette capsule, tant entière et vue par dessus (fig. 10, A) que coupée transversalement (fig. 10, B, pl. 17).

Cet oignon, qui avait produit une tige florifère, était épais de $0^m,033$, haut d'environ $0^m,058$. Il était couvert de quatre tuniques brunes et scarieuses, côtelées, formées comme toujours par les bases des feuilles dont le limbe avait depuis longtemps disparu. Entre ces tuniques s'élevaient plusieurs racines, nées à leur aisselle, et qui se dirigeaient de bas en haut, les unes sur toute leur longueur, c'est-à-dire sur environ $0^m,10$, les autres jusqu'à l'extrémité supérieure de l'oignon, au-dessus de laquelle elles s'étaient recourbées pour prendre la direction normale de haut en bas. Sous les tuniques brunes on ne comptait pas moins de quatorze écailles nourricières, dont le tissu, primitivement épais et charnu, avait été comme épuisé par suite de la production d'une tige, et était dès lors resté flasque et affaissé. Toutes ces écailles étaient aiguës ou même acuminées au sommet, et elles allaient en diminuant de largeur proportionnelle, de la plus externe (longue de $0^m,075$, large de $0^m,029$) jusqu'à la plus interne (longue de $0^m,024$ sur $0^m,006$). Les deux plus grandes ou les plus externes étaient parcourues par neuf nervures, tandis que les douze autres en offraient chacune sept, c'est-à-dire le nombre normal. Il est à peu près inutile d'ajouter qu'aucune de ces écailles n'avait conservé le moindre vestige de caïeux épiphylles, puisqu'on les avait tous enlevés de bonne heure pour déterminer la floraison de la plante.

Sous ces quatorze écailles nourricières épuisées se trouvait un faisceau de feuilles ordinaires, à limbe bien développé, déjà mortes, brunies et sèches ou en partie décomposées pour la plupart, mais dont les plus internes avaient encore leur portion basilaire verte et fraîche. L'axe raccourci qui formait le centre et la base commune de toute la bulbe s'était allongé par son sommet, comme le montre la fig. 6, pl. 17, en une grosse tige cylindrique, fistuleuse à l'intérieur. Sur cette figure on a conservé l'extrême base des tuniques (*t*), des écailles nourricières (*éc*) et des feuilles vertes (*ff*). Or, il est facile de voir que ces dernières ont été de plus en plus entraînées par la tige florifère, à mesure qu'elle se développait, de telle sorte que, très-rapprochées au bas de celle-ci, elles s'espacent d'autant plus qu'elles s'y attachent en un point plus élevé.

On voit donc que la bulbe du *Lilium Thomsonianum* fleurit par suite du développement de son axe fondamental en une tige florifère terminale, et qu'il est dès lors monocarpique, c'est-à-dire qu'il ne fleurit qu'une fois. Cette floraison l'épuise entièrement, comme on vient de le voir, et de la plante qui a fleuri rien ne survit, si ce n'est parfois un petit nombre de caïeux, très-probablement axillaires dans ce cas, qui faisaient entièrement défaut dans l'individu que je viens de décrire, mais que M. Leichtlin m'a dit avoir observés assez souvent.

Végétation et développement des caïeux épiphylles du Lilium Thomsonianum. — Une fois qu'ils sont nés des écailles nourricières, les caïeux épiphylles offrent des particularités de développement qui méritent d'être exposées.

On a vu plus haut que, dès leur jeune âge et pendant qu'ils sont encore fixés directement à l'écaille mère, ils peuvent se comporter de deux manières différentes : les uns, en petit nombre, s'allongent immédiatement en une longue feuille verte, tubuleuse : c'est ce qu'ont fait, par exemple, ceux dont on voit la feuille, en c, c', c'', c''', faire plus ou moins longuement saillie au-dessus de la bulbe que représente la fig. 2, pl. 15 ; les autres, beaucoup plus nombreux, restent courts, turbinés et surmontés d'un bec pointu, plus ou moins arqué, sans jamais verdir, en raison de leur situation souterraine : ce sont ceux dont la fig. 11, pl. 16, représente un groupe nombreux à divers degrés de développement. Dans tous les cas, leur enveloppe externe consiste en une seule feuille que ses bords, soudés l'un à l'autre jusque non loin de l'extrémité, convertissent en un tube ouvert au bout et dont la petite ouverture se prolonge quelque peu en fente le long du côté supérieur ou ventral. C'est ce que montre la fig. 4, pl. 16, qui représente un de ces caïeux jeune, long d'environ 0^{m},003, tel qu'il s'offre quand il est vu par son côté supérieur.

Les caïeux ordinaires, c'est-à-dire ceux qui restent courts, comme celui que reproduit cette fig. 4, pl. 16, sont fortement côtelés à l'extérieur, sur leur portion inférieure renflée qui renferme dans sa cavité le bourgeon central. Une coupe longitudinale, menée par l'axe des caïeux ainsi conformés (fig. 5, pl. 16), montre qu'au-dessus de cette portion renflée l'enveloppe tubuleuse du caïeu devient très-épaisse et ne laisse à son centre qu'un tube longitudinal étroit.

Une coupe transversale (fig. 6, pl. 16) fait voir le nombre et la situation de leurs côtes longitudinales dont une c est impaire et suit la ligne médiane du côté dorsal ou externe. Dès lors la feuille modifiée qui constitue l'enveloppe charnue du caïeu se trouve en situation normale, c'est-à-dire qu'elle a sa côte médiane située vers le dehors ou dorsale, et que ses bords soudés sont ventraux, c'est-à-dire placés vers l'axe de l'oignon mère. La situation est absolument la même quand l'enveloppe du caïeu s'est développée en une longue feuille verte, comme on peut le reconnaître en jetant les yeux sur la figure 10 (pl. 16), qui représente la coupe transversale d'une de ces feuilles vertes et longuement tubuleuses. D'un autre côté, la comparaison de la figure 5 avec la figure 8 A, qui représente la coupe longitudinale d'un caïeu beaucoup plus jeune que celui des figures 4 et 5, apprend que le tube qui en suit toujours l'axe est d'autant plus large et plus court relativement, que le développement est moins avancé; c'est la conséquence du mode de formation de cette enveloppe commune qui est apparue à l'origine comme un simple bourrelet circulaire entourant un mamelon végétatif central, et qui a tendu à se fermer à mesure qu'elle se prolongeait davantage en col.

Dans les cas où l'enveloppe continue du caïeu s'allonge de bonne heure en feuille tubuleuse verte, sa base, comme le montre la figure 10, est plus faiblement côtelée à l'extérieur et moins renflée.

Même dans les états très-jeunes où je viens de considérer ces caïeux, leur cavité basilaire renferme un bourgeon assez complexe, puisqu'il est composé de deux ou trois écailles charnues et fortement concaves, abritant et cachant un mamelon central qui n'est que l'extrémité végétative de l'axe auquel se rattache et duquel émane toute cette formation. La série des figures 8, A, B, C, pour un caïeu court et très-jeune, des figures 9, A, B, C, D (pl. 16), pour un caïeu sensiblement plus avancé et dont l'enveloppe générale s'est prolongée en une longue feuille tubuleuse, me dispense, je crois, de donner une description circonstanciée des parties que réunit ce petit bourgeon central. Je ferai seulement remarquer la modification qui s'opère bientôt dans l'arrangement phyllotaxique des écailles jeunes. Tant que le caïeu est très-jeune, et que, par suite, ses écailles charnues internes sont fort peu nombreuses (2 ou 3 au plus), l'ensemble qu'elles constituent est logé à l'aise dans la cavité basilaire de l'enveloppe commune et elles-mêmes sont disposées en ordre distique. C'est ce qu'on voit bien sur les fig. 9 B et C, pl. 16, particulièrement sur la dernière, qui représente cet ensemble vu par dessus. Mais dès qu'en se multipliant tant soit peu et en acquérant une plus grande épaisseur, ces mêmes écailles charnues remplissent la cavité de l'enveloppe commune, elles manifestent, d'abord faiblement, bientôt très-nettement, leur tendance à s'écarter de la disposition distique pour prendre l'ordre spiralé quinconcial $(\frac{2}{5})$.

On voit déjà quelques indices de spiralité dans les écailles encore au nombre de trois seulement que montre la fig. 13, pl. 16, reproduction de la coupe transversale du caïeu désigné par *b* sur la figure 11, pl 16, qui n'était que de grosseur moyenne, tandis que l'arrangement quinconcial est manifeste sur la coupe transversale, reproduite par la figure 12, du gros caïeu *a* (fig. 11, pl. 16), dans lequel le nombre des écailles charnues s'était déjà élevé à cinq. Nous avons vu plus haut que cet ordre quinconcial persistera généralement désormais pendant toute la suite de l'existence de la bulbe qui doit provenir de l'accroissement de ces caïeux.

Une autre remarque qu'il n'est pas inutile de faire à ce propos, c'est qu'il y a une sorte de balancement entre le développement de l'enveloppe continue des caïeux et celui de leurs petites écailles charnues internes. La première a une épaisseur considérable tant que les dernières sont peu nombreuses, fort petites et qu'elles ne remplissent pas la cavité basilaire; c'est ce qu'on voit par les figures 8 A et 5, pl. 16; mais lorsqu'elles ont crû en nombre et en épaisseur au point de remplir cette même cavité, en pressant probablement contre ses parois qui sont obligées de se prêter à l'augmentation de volume de la masse intérieure, l'enveloppe commune diminue graduellement d'épaisseur relative (fig. 12, 13, pl. 16), tout en gardant ses côtes longitudinales externes fortement prononcées; elle passe ainsi à l'état membraneux. Bientôt elle brunit et se dessèche de manière à devenir scarieuse; en un mot, elle prend tous les caractères des tuniques brunes externes que nous avons déjà examinées dans un âge plus avancé de l'oignon, et qui forment, dans leur ensemble, l'enveloppe générale de celui-ci. Seulement sur le caïeu déjà gros, mais qui n'a pas encore dépassé la première période de son développement, tel que celui que représente en entier, et de grandeur naturelle, la figure 6, pl. 15, cette tunique est complète et continue sur toute sa circonférence, parce qu'elle n'est pas autre chose que l'enveloppe première et tubuleuse du caïeu, qui a grandi avec celui-ci. Plus tard, les tuniques brunes qui recouvriront l'oignon plus avancé seront toujours incomplètes, parce que les feuilles de production postérieure, dont elles ne seront que la base persistante, ne seront jamais fermées en tube et n'embrasseront même jamais la circonférence entière.

Ainsi, l'oignon du *Lilium Thomsonianum* a été d'abord un caïeu pourvu d'une tunique complète et sans solution de continuité; plus tard, il rentre réellement dans la catégorie des bulbes écailleuses, avec cette seule particularité que certaines de ses parties constitutives, les tuniques, embrassent une grande partie de sa périphérie, tandis que les autres, les écailles charnues, ont une base moins étendue. C'est là un mélange de caractères qui, dans le genre *Lilium*, paraît exister uniquement chez cette espèce, probablement aussi chez sa voisine, le *L. Hookeri* Baker, et qui, dans tous les cas, doit être propre au sous-genre *Notholirion*.

Le passage de l'état de caïeu à tunique brune, unique et complète, à celui de bulbe avancée, pourvue de plusieurs tuniques incomplètes, s'opère la seconde année de l'existence des caïeux. Ceux-ci ont déjà, pendant la première période végétative, pris des proportions assez fortes, tout en conservant une structure encore peu complexe qui se réduit à une seule tunique brune ou continue (*b*, *b'*, fig. 6, 7, pl. 15), recouvrant un petit nombre d'écailles nourricières, charnues (1, 2, 3, fig. 7, 8, pl. 15), dont l'externe est nettement côtelée à sa partie inférieure (1, fig. 8, pl 15). Sous ces écailles (au nombre de quatre, mais dont trois seulement sont visibles sur ces figures) est abrité le petit bourgeon central qui donnera plus tard toutes les productions successives, feuilles et écailles nourricières, que nous avons examinées dans l'oignon adulte. Au commencement de la seconde période végétative, le bourgeon central produira une, deux ou trois longues feuilles vertes. La première de ces feuilles se montre encore jeune et enroulée en cône à son extrémité, en *a* sur la figure 6, pl. 15. On voit sa situation centrale, en *a* sur les figures 7 et 8, qui montrent en même temps la disposition relative des écailles charnues. Toutefois je ferai observer que le caïeu d'après lequel ont été faites ces trois figures était de la catégorie de ceux qui, comme *c*, *c'*, *c''*, *c'''*, fig. 2, et *c*, fig. 3, pl. 15, s'allongent de très-bonne heure en une longue feuille verte tubuleuse. Or, par une conséquence de la loi de balancement dont j'ai déjà signalé l'application, sous un autre rapport, dans les caïeux qui restent courts, quand ce développement en feuille a lieu, les écailles charnues internes sont peu nombreuses : c'est ce qui a eu lieu ici. Pendant la seconde période végétative, qui donne naissance aux premières feuilles ouvertes de la plante, les écailles nourricières externes ou de première formation s'épuisent et disparaissent comme de coutume, pendant qu'il s'en produit de nouvelles, plus nombreuses et plus grandes, à l'intérieur du petit faisceau foliaire ; en même temps la tunique brune continue externe, rompue sous l'effort du grossissement des parties sous-jacentes, ne tarde pas à disparaître également, et dès lors la bulbe se trouve constituée comme nous le savons déjà. A chaque nouvelle période végétative, elle produira désormais une série d'écailles nourricières et, plus intérieurement, une série de feuilles. Vers la fin de chacune de ces périodes, ses écailles nourricières s'épuiseront et disparaîtront, tandis que ses feuilles vertes, ne conservant plus que leur portion inférieure, passeront à l'état de tuniques brunes, scarieuses, près de se détruire, et cette succession de phénomènes se continuera jusqu'à l'année où la bulbe aura une énergie végétative suffisante pour développer son axe fondamental en tige florifère, c'est-à-dire pour que la plante acquière ses moyens naturels de reproduction par fruit et graines. Dans ce cas, le cycle de son existence sera terminé ; la bulbe, épuisée dans son ensemble, disparaîtra, ne laissant à sa place qu'un petit nombre de caïeux. La bulbe du *Lilium Thomsonianum* Lindl. est donc monocarpique, tandis que celle de plusieurs de ses congénères est polycarpique ; mais elle l'est tout autrement que certaines autres espèces du même genre, dont je compte faire connaître la végétation dans l'une des notes qui doivent faire suite à celle-ci. Seulement, en vertu d'une faculté spéciale des plus remarquables, en attendant d'être en état de donner à cette espèce ses organes de reproduction sexuée, cette bulbe lui fournit, avec une énergie et une abondance singulières, un moyen particulier de multiplication, en produisant sur les nervures de ses écailles nourricières une nombreuse génération de caïeux. C'est là un enchaînement de faits qui m'a semblé digne au plus haut degré de fixer l'attention des botanistes, et dont je me suis cru dès lors autorisé à leur soumettre un exposé circonstancié.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 15.

Fig. 1. Oignon entier de *Lilium Thomsonianum* Lindl. (*L. roseum* Wall.) possédant intactes ses deux tuniques brunes externes, 1 et 2. Il se prolonge supérieurement en un long col a a constitué par les restes plus ou moins désorganisés du limbe des feuilles dont les tuniques brunes sont la base. Cet oignon (envoyé par M. Krelage) avait été arraché au mois d'octobre, avant d'avoir commencé à montrer ses feuilles.

Fig. 2. Oignon adulte, envoyé par M. Leichtlin, à la fin de janvier 1871, dans lequel on a enlevé les deux tuniques externes, brunes et scarieuses, pour mettre à découvert les parties plus internes. — r, r, racines ordinaires ou dirigées de haut en bas, dont les plus récentes, provenant de la végétation actuelle, se trouvent à la périphérie, et ont même traversé en partie la base des écailles nourricières pour se faire jour au dehors; — r', r'', deux faisceaux de racines qui étaient nées à l'aisselle des tuniques brunes, et qui se dirigeaient sous celles-ci de bas en haut pour se recourber ensuite vers le bas, après avoir dépassé le haut de la bulbe; — a, a', a'', a''', a'''', cinq écailles nourricières visibles de ce côté de l'oignon; — c, c', c'', c''', feuilles tubulées appartenant chacune à un caïeu épiphylle; — f^1, f^2, f^3, f^4, f^5, f^6, f^7, f^8, les huit feuilles du faisceau central, qui toutes, sauf la plus jeune (f^8), ont dû être tronquées à une faible hauteur à cause des dimensions de la planche; f^6 était fendue en deux lanières qui, sur la figure, pourraient faire croire à tort à l'existence d'une feuille de plus.

Fig. 3. Une écaille nourricière auriculée, vue par sa face interne, montrant en place les caïeux encore fort petits auxquels elle a donné naissance, et dont le médian c s'est développé en une longue feuille verte tubuleuse.

Fig. 4. Portion moyenne de la même écaille, assez grossie pour montrer que les caïeux y sont tous, sauf le médian c, au nombre de deux sur chaque nervure; le sillon longitudinal qu'ils occupent est parcouru dans sa portion inférieure par une forte nervure proéminente, tandis que sa portion supérieure se dilate en une sorte de niche.

Fig. 5. Coupe transversale d'une portion d'écaille nourricière bulbillifère passant par deux nervures. On voit que l'une de celles-ci a est cernée par deux fissures latérales de manière à tenir à l'écaille presque uniquement en arrière; au contraire, l'autre nervure a' est à peu près entièrement adhérente sur ses côtés et en arrière à cette même écaille. Dans l'une et l'autre, le faisceau vasculaire central est entouré immédiatement d'une zone de tissu délicat et un peu translucide, et celle-ci, à son tour, est renfermée dans une sorte de gaîne opaque, ferme et jaunâtre, assez foncée.

Fig. 6. Un jeune oignon au moment où la sortie d'une feuille a signale le commencement de sa seconde végétation. C'est le 30 octobre 1871 que ceci avait lieu. Ce jeune

oignon provenait d'un caïeu qui de bonne heure avait allongé son enveloppe en feuille tubuleuse; aussi sa tunique brune, continue sur toute la périphérie, à partir de la partie renflée *b'*, se prolonge-t-elle en un col *bb* déchiré et plus ou moins désorganisé supérieurement; ce col provient d'une partie de la feuille tubuleuse.

Fig. 7. Le même, dans lequel on a enlevé la moitié supérieure de la tunique brune pour montrer les écailles charnues qu'elle recouvrait, 1, 2, 3.

Fig. 8. Le même, sur lequel on a complétement enlevé la tunique brune et coupé à moitié l'écaille nourricière la plus externe, pour montrer l'épaisseur de celle-ci et ses côtes externes, ainsi que les deux autres écailles 2, 3, qui entourent la base de la feuille *a*. Une quatrième écaille, de moitié environ plus courte que 3, existait placée selon la continuation de l'ordre spiral; elle n'est pas visible sur la figure 8. Cette première feuille verte *a* en enveloppait une seconde enroulée comme elle en tube; sous cette seconde, il s'en trouvait une troisième longue seulement de 0^m,008, dont la base entourait le sommet de l'axe. Il y avait donc trois feuilles vertes produites à cette seconde période végétative.

PLANCHE 16.

Fig. 1. Coupe longitudinale de la base d'une écaille, pour montrer de profil deux caïeux en place et la nervure sur laquelle ils ont été produits, superficielle dans sa partie inférieure *n*, s'enfonçant dans la profondeur du tissu de l'écaille par sa partie supérieure *n'*, au-dessus du niveau où les deux caïeux sont attachés. La portion inférieure et féconde de cette nervure offre un faisceau vasculaire central entouré d'une gaîne de tissu assez ferme et opaque, qui manque au-dessus de l'attache des deux caïeux.

Fig. 2. Base du faisceau de feuilles du même oignon reposant sur l'axe fondamental; il a été mis à nu par l'enlèvement des écailles nourricières.

Fig. 3. Base de la feuille la plus interne (8^e) du même faisceau, vue de face et grossie pour montrer les nouvelles écailles nourricières *c*, *d*, *e*, *f*, qui se sont déjà produites au centre de la bulbe.

Fig. 4. Un caïeu entier jeune, vu par son côté supérieur ou interne, pour montrer son ouverture terminale se prolongeant en une fente courte sur ce côté.

Fig. 5. Coupe longitudinale du même pour faire voir sa cavité basilaire prolongée supérieurement en tube étroit, ainsi que les petites écailles qui se sont déjà produites dans son intérieur.

Fig. 6. Coupe transversale du même menée à travers sa portion supérieure tubulée pour montrer sa côte et nervure médiane *c* placée au côté inférieur ou externe, et l'épaisseur considérable de la substance qui circonscrit son petit tube central à contour elliptique.

Fig. 7. Coupe transversale du même menée plus haut, au bas de sa fente terminale, un peu plus fortement grossie.

Fig. 8. A, coupe longitudinale d'un caïeu notablement plus jeune que celui qui a fourni le sujet des figures 4 et 5; — B, son bourgeon central vu par son dos, ou du

côté *a* (fig. 8, A) ; — fig. C, le même, vu du côté opposé pour montrer la concavité de son écaille la plus grande, et la deuxième écaille, plus petite, qui entre en partie dans cette concavité.

Fig. 9. A, partie inférieure d'un caïeu analogue à *c*, fig. 3, pl. 15, avec le commencement du long tube formé par sa feuille-enveloppe. Son renflement basilaire est peu considérable. — B, son bourgeon central entier, vu de profil ; — C, le même, vu par dessus pour montrer la situation distique des écailles f, f', f'' ; — D, portion interne de ce bourgeon, vue de profil, après l'enlèvement des deux grandes écailles f, f'.

Fig. 10. Coupe transversale de la feuille tubulée du même, menée au-dessus de sa portion renflée ou inférieure ; on voit qu'elle est comprimée par les côtés et qu'elle a sa côte médiane au côté inférieur externe ou dorsal.

Fig. 11. Une écaille d'un oignon plus avancé que les précédents (reçu le 7 mars 1872) avec tous les caïeux qu'il a produits, sauf un qui était tombé. Le plus développé est comme suspendu au bout de la nervure correspondante qu'il a arrachée à mesure que son grossissement graduel le soulevait. Il en a été de même pour a'.

Fig. 12. Coupe transversale grossie du gros caïeu *a*, menée à travers sa portion renflée.

Fig. 13. Coupe transversale du caïeu *b*, fig. 11, qui ne montre encore que trois écaill charnues sous son enveloppe continue et fortement côtelée à l'extérieur.

Fig. 14. Base du faisceau de longues feuilles vertes d'un oignon en pleine végétation, au commencement du mois de mars 1872. Le renflement basilaire y est plus prononcé que dans le faisceau de l'oignon représenté sur la figure 2, pl. 15.

Fig. 15. Partie inférieure de la feuille la plus interne de ce faisceau, vue de côté pour montrer sa concavité basilaire *b* et la portion enroulée *a* qui surmonte celle-ci, ainsi que les jeunes écailles nourricières *c*, *d*, de nouvelle génération, qui sont en partie logées dans cette concavité et en partie saillantes.

PLANCHE 17.

Fig. 1. Un très-gros oignon dans lequel avait été pratiquée l'ablation de tous les caïeux épiphylles (examiné et dessiné le 24 mai 1872). — $f, f', f'', f''', f^{\text{IV}}, f^{\text{V}}, f^{\text{VI}}$, sont la portion inférieure de sept feuilles vertes, qui était passée, pour chacune d'elles, à l'état de tunique incomplète scarieuse, brune et multinervée ; — $f''', f^{\text{IV}}, f^{\text{V}}, f^{\text{VI}}$, désignent les restes flétris d'une partie du limbe ; toute trace de celui-ci a disparu en laissant une cicatrice au sommet des tuniques externes f, f', f'' ; — *a*, restes desséchés d'une fleur solitaire qui s'est produite sur un pédoncule axillaire ; — b, b', sommet des deux écailles nourricières les plus externes.

Fig. 2. Bourgeon central du même oignon, vu tout entier par le haut.

Fig. 3. Pédoncule surmonté de la capsule encore jeune qui avait succédé à la fleur solitaire dont on voit les restes desséchés coiffant cette capsule en *a*, fig. 1. Ce pédoncule était né à l'aisselle de l'une des écailles nourricières les plus extérieures. — *b*, bractée.

Fig. 4. Coupe transversale de cette jeune capsule.

Fig. 5. L'un des ovules contenus dans cette capsule, représenté en place.

Fig. 6. Bas d'une tige qui avait fleuri et qui portait des capsules adultes. On n'a laissé en place que la base des tuniques scarieuses *t*, des écailles nourricières *é*,*c*, et des feuilles normales *f*, *f*, pour montrer la situation des unes et des autres (observé et dessiné le 15 juin 1872). — *a a'* est la partie inférieure d'une branche latérale qui n'avait pas fructifié et qui, à sa base, dans sa portion *a'*, était restée soudée à la tige-mère ; *r*, racines ordinaires descendantes ; *r'*, racines ascendantes.

Fig. 7. Capsule adulte en place, avec la bractée *b* à l'aisselle de laquelle était venue la fleur qui l'a produite.

Fig. 8. Coupe longitudinale de la moitié supérieure de cette capsule pour montrer la profondeur de son ombilic terminal, sa cavité axile et l'arrangement de ses nombreuses graines.

Fig. 9. Coupe transversale de la même capsule.

Fig. 10. Une graine : en A, entière et vue par dessus ; en B, vue par la section transversale qui a été menée vers le milieu de sa longueur, afin d'en montrer la faible épaisseur.

REMARQUE AU SUJET D'UN MÉMOIRE

DE DUTROCHET

SUR LA VOLUBILITÉ DES TIGES,

Par M. Ph. VAN TIEGHEM.

Dutrochet a publié en 1844 (1) un mémoire intitulé : *Recherches sur la volubilité des tiges de certains végétaux et sur la cause de ce phénomène*, et il a formulé en ces termes les conclusions de ce travail :

« Les résultats suivants se déduisent des expériences ci-dessus exposées :

» 1° Le mouvement révolutif existe dans le sommet de toutes les tiges volubiles.

» 2° Le sens de ce mouvement révolutif est constamment le même que celui de la volubilité de ces mêmes tiges.

» 3° Le sens de la torsion de ces tiges volubiles sur elles-mêmes est le même que celui du mouvement révolutif de leurs sommets et que celui de leur volubilité.

» 4° Le sens de la spirale décrite sur les tiges par l'insertion des feuilles est le même que celui du mouvement révolutif du sommet de ces mêmes tiges.

» De tout cela, on est en droit de conclure que les phénomènes divers : 1° du mouvement révolutif du sommet des tiges; 2° de la volubilité ou de l'enroulement spiralé de ces tiges sur leurs supports ; 3° de la torsion de ces tiges sur elles-mêmes ; 4° de la disposition en spirale des feuilles sur les tiges ; que tous ces phénomènes, dis-je, dépendent de la même cause, c'est-à-dire qu'ils sont produits par la même force intérieure et vitale, dont l'action est révolutive autour de l'axe central de la tige. » (Pages 164 et 165.)

---

(1) *Comptes rendus*, 5 août 1844, et *Annales des sc. nat.*, 3e série, 1844, t. II p. 156.

La quatrième de ces conclusions, à savoir que le sens de la spirale foliaire d'une tige est le même que celui de son enroulement, de sa torsion et de son mouvement révolutif, est si évidemment erronée, que l'on s'étonne à bon droit qu'un savant aussi autorisé que Dutrochet ait pu la formuler.

On sait en effet que, dans un semis de Liserons par exemple, la spirale foliaire de la tige principale tourne à droite sur certains plants, à gauche sur les autres, et cependant tous ces plants enroulent leur tige principale vers la droite.

On sait encore que si, sur une tige principale de Liseron des champs (*Convolvulus arvensis*), la spire foliaire tourne à droite, elle s'élève vers la gauche le long de tous les rameaux du premier ordre nés sur cette tige, pour revenir à droite sur les rameaux de seconde génération, et ainsi de suite. Il y a, comme on dit, antidromie dans les axes successifs. Et cependant ces rameaux antidromes de divers degrés s'enroulent tous vers la droite comme la tige principale (1).

Ces deux observations, qu'on pourrait reproduire pour les autres plantes volubiles qui ont des feuilles alternes non distiques, montrent qu'il ne saurait y avoir de relation fixe entre le sens de la volubilité, qui demeure constant pour tous les individus d'une même espèce et pour tous les axes successifs d'un même individu, et le sens de la spirale foliaire, qui change d'un individu à l'autre de la même espèce et d'un rameau à l'autre du même individu. Ces deux effets ne peuvent donc dépendre de la même cause.

Si maintenant, pour remonter à la source de l'erreur commise par Dutrochet, je parcours les divers exemples étudiés dans le cours de son mémoire, je vois que sur les Liserons, le Haricot, la Cuscute, le Houblon, la Renouée des buissons, le Chèvrefeuille des bois, le Tame, l'auteur étudie en effet et successivement le sens du mouvement révolutif, de la volubilité et de la torsion, et qu'il en constate l'identité ; mais, je suis frappé de ce fait, qu'il se tait absolument sur le sens de la spirale foliaire dans celles de ces tiges dont les feuilles offrent la disposition spiralée. Ce n'est donc bien certainement pas sur ces exemples qu'il s'est appuyé pour formuler sa quatrième conclusion.

---

(1) L'antidromie est la règle aussi dans le Volubilis (*Ipomœa purpurea*) quand on passe des axes végétatifs aux rameaux floraux ; il y a homodromie au contraire entre le rameau floral du premier ordre et les pédicelles latéraux. Dans le Liseron des haies (*Calystegia sepium*), la chose est un peu plus complexe. Dans une série de rameaux successifs de même génération, on voit deux rameaux droits alterner régulièrement avec deux rameaux gauches, et le même ordre s'observe si l'on parcourt une série d'axes de génération successive.

Reste, comme dernier sujet d'étude, la Morelle grimpante (*Solanum Dulcamara*). Mais la Morelle grimpante se comporte tout autrement que les plantes qui précèdent ; elle présente en effet, suivant les conditions extérieures où elle est placée, des tiges dressées sans trace d'enroulement, des tiges enroulées vers la droite et des tiges enroulées vers la gauche. La volubilité n'y est donc pas nécessaire, et quand elle s'y manifeste, elle est provoquée évidemment par une cause différente de celle qui détermine l'enroulement constant et de sens fixe des plantes volubiles ordinaires.

C'est sur ces deux sortes de tiges ou de branches de Douce-amère enroulées en sens inverse que Dutrochet a vu des spirales foliaires de sens différent. Il a « observé que ces deux directions inverses de la spirale des feuilles se trouvent en rapport avec les deux directions inverses de la volubilité qu'offrent les tiges de cette plante », et que « le sens de la spirale des feuilles y est le même que celui de la volubilité » et que celui du mouvement révolutif observé sur des tiges non enroulées. En admettant que ces deux observations, dont la première n'est pas sans difficultés et dont la seconde n'a été répétée que trois fois, aient bien la constance que leur attribue Dutrochet, et ne soient pas le résultat d'une simple coïncidence, elles ne s'appliquent qu'à la Morelle grimpante. Tout ce qu'il est permis d'en conclure, c'est donc que, dans le genre tout particulier de volubilité qu'offre cette plante dans certaines circonstances extérieures, le sens de l'enroulement d'une branche est déterminé par celui de la spirale foliaire sur cette branche. Mais il n'est rien moins que légitime d'assimiler ce cas tout spécial à la volubilité ordinaire, et d'étendre à priori la conclusion qui précède à toutes les plantes volubiles proprement dites. C'est ce qu'a fait Dutrochet, et, de fait, cette extension se trouve, comme nous l'avons dit, entièrement inexacte.

La cause prochaine, encore inconnue, de la volubilité des plantes à enroulement constant et de sens déterminé est indépendante de la cause qui provoque le sens de la spirale des feuilles, et elle est liée d'une façon plus intime que cette dernière à l'organisation de la plante et aux conditions extérieures auxquelles elle est soumise.

PRODROMUS

FLORÆ NOVO-GRANATENSIS

OU

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DE LA NOUVELLE-GRENADE

AVEC DESCRIPTION DES ESPÈCES NOUVELLES

Par MM. TRIANA et J. E. PLANCHON

VIII. — CORIARIEÆ DC.

Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, p. 429.

AUCT. J. TRIANA.

I. — CORIARIA Nissol.

Endl., *Gen.*, n° 5596 ; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*

1. CORIARIA THYMIFOLIA Humb., in Willd., *Sp.*, IV, 819 ; DC. *Prodr.*, I, 740 ; HBK., *Nov. Gen. et sp.*, VII, 168, t. 636 ; Jameson, in *Proc. of Linn. Soc.*, VII, p. 120 (*On the ink plant of N.-Granada*).

Heterocladus caracasanus Turcz., in *Bull. Mosc.*, XX, p. 152.

Vulgo : *Ubilla* à Bogota (1), *Chenche* à Quito (Bonpl.).

---

(1) On appelle également *Ubilla*, à Bogota, le *Cestrum parviflorum*, et l'on se sert aussi de ses fruits pour faire de l'encre.

Dans les environs de Bogota, alt. 2700 mètres (Goudot, Triana); forêts du Quindio (Bonpland, Triana); Sierra Nevada de Rio-Hacha (Schlim, n. 794).— Venezuela, Saint-Sébastien, près de Caracas (Funck, n. 293, Linden, n. 366); Merida (Moritz, n. 1505). Équateur, près de Quito, 2700 mètres (Bonpland, Jameson, n. 577). Pérou (Dombey, Mattews).

D'après une note de Jameson publiée dans les *Proceedings of Linn. Soc.*, on conserverait dans l'Equateur une tradition relative aux propriétés du suc des fruits du *Coriaria thymifolia.* On assure, en effet, qu'à l'époque de la domination espagnole, on aurait envoyé au gouvernement de la métropole des documents manuscrits par un navire qui, en doublant le cap Horn, aurait été assailli par une tempête pendant laquelle les manuscrits mouillés par l'eau de mer se seraient trouvés illisibles, à l'exception toutefois de ceux qui avaient été écrits avec le suc du fruit du « *Chenche* » ou *Coriaria thymifolia.* Depuis cette époque, le gouvernement espagnol ordonna aux autorités de la colonie de se servir d'encre de *Chenche* pour tous les documents officiels. Jameson ajoute qu'il la préfère à celle du commerce par la raison qu'elle n'oxyde pas les plumes d'acier. Cette encre, qui s'emploie sans préparation spéciale, est d'abord rougeâtre, mais elle noircit après quelques heures. Il résulte donc qu'à la facilité de fabrication, l'encre de *Coriaria* présente deux autres avantages : celui de résister à l'humidité et même à l'eau de mer, et celui non moins important aujourd'hui, de préserver les plumes métalliques de toute oxydation.

D'après Humboldt et Bonpland, il paraît que ceux qui mangent en excès des fruits de « *Chenche* » en éprouvent une sorte d'hilarité loquace et nerveuse, ou même du délire, après lequel ils tombent dans un profond sommeil.

Une autre espèce américaine, le *Coriaria ruscifolia*, propre à la région australe, est également employée pour la teinture en noir.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE. — La seule espèce de *Coriaria* de notre région végète sur les versants tempérés des Andes jusqu'à 2800 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle est assez abondante sur toute l'étendue des deux rameaux central et oriental, et s'avance même au nord-est jusqu'à Caracas, dans le Venezuela, en s'approchant beaucoup du niveau de la mer. Au sud elle suit la Cordillère par l'Équateur et le Pérou, jusqu'aux confins de la Bolivie. Dans cette dernière région apparaissent deux autres espèces, dont l'une extrêmement voisine du *C. thymifolia*.

IX. — SABIACEÆ Lindl.

Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 313.

AUCT. J. TRIANA.

MELIOSMEÆ Endl.; Planch., in *Ann. sc. nat.*, 4e sér., III, 296.

I. — MELIOSMA Bl.

Endl., *Gen.*, nº 5839; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 414.

OLIGOSTEMON Turcz., in *Bull. Mosc.* (1858), I, 447; Walpr., *Ann.*, VII, 640.

1. MELIOSMA SCHLIMII.

Oligostemon Schlimii Turcz., *l. c.*

Dans les forêts tempérées de la province d'Ocaña (Schlim, n. 702, Triana); Sierra Nevada de Santa-Martha (Schlim, n. 794); ibid., près de San-Sebastian (Funck, n. 511). — Venezuela, Caracas (Linden, n. 306); Merida (Moritz, n. 1505).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE. — La seule espèce de *Meliosma* de notre région se rencontre principalement dans les forêts tempérées, à partir du littoral atlantique jusque vers l'intérieur; mais cette plante croît aussi au Venezuela, dans les montagnes de Merida et jusqu'à Caracas.

Le *Meliosma* est un genre éminemment propre à l'Asie tropicale, car la seule espèce américaine connue jusqu'ici est celle que nous venons de citer.

X. — CONNARACEÆ R. Br.

J. E. Planch., in *Linnæa*, XXIII, 411; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 430.

AUCT. J. TRIANA.

Nous n'insisterons pas ici sur les liens déjà signalés et qui rattachent les Connaracées à plusieurs autres groupes de polypétales; mais nous devons faire remarquer certaines affinités évidentes qu'elles offrent avec les Picramniées, groupe dont les affinités ont été considérées comme assez incertaines, mais qui, par l'intermédiaire des *Manotes*, des *Agelæa* et des autres genres, exclu de la famille des Connaracées par M. Planchon, à cause de leurs fruits indéhiscents, s'allie à ces Picramniées, et resserre ainsi l'union générale du groupe avec celui des Simarubées.

Les Connaracées ont aussi une certaine tendance à se rapprocher des Staphyléées.

Trib. I. — CONNAREÆ Planch., *l. c.*; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*

I. — ROUREA Aubl.

Pl., *l. c.*; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 432.

1. **Rourea oblongifolia** Hook. et Arnt., *Bot. Beech.*, p. 282; Planch., *l. c.*

Rourea glabra Hook. et Arnt., *l. c.*, et Griseb., *Fl. West. Ind. isl.* (pro parte), 228, non HBK.

Panama (Cuming, n. 1117); station de Frijoli, sur le chemin de fer de Panama (Sutton-Hayes, n. 643).

II. — CONNARUS L.

Endl., *Gen.*, n. 5948; Pl., *l. c.*; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*

1. **Connarus panamensis** Griseb., in *Bonplandia* (1858), VII, 651.

Panama (Duchassaing), ibid., bords des marécages (Sutton-Hayes, n. 657).

Le *Connarus panamensis* de M. Grisebach présente une grande similitude avec le *Connarus grandifolius* Planch., originaire des Antilles, tandis que le *Connarus panamensis* Turcz., publié une année plus tard, serait au contraire voisin du *Connarus guianensis*.

2. **Connarus hæmorrhæus** Karst., *Fl. Columb. spec. select.*, II, 75, tab. 157.

Au pied de la Sierra Nevada de Santa-Martha, près de Tomarason (Karsten).

3. **Connarus Turczaninowii** †.

Connarus panamensis Turcz., in *Bull. Mosc.* (1859), I, 277, non Griseb.

Chagres (Fendler, n. 128); Panama (Sutton-Hayes, n. 332).

TRIB. II. — CNESTIDIEÆ Planch., *l. c.*

Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 433.

III. — CNESTIDIUM Planch., *l. c.*

Benth. et J. D. Hook., *l. c.*

1. **CNESTIDIUN RUFESCENS** Planch., in *Linnæa*, XXIII, 439.

Rourea frutescens Griseb., in Bonpl., VI, p. 6, et *Fl. West. Ind. isl.*, p. 229, non Aubl.

Ile de Taboga, baie de Panama (Barclay, Duchassaing); Panama (Sutton-Hayes); Chagres (Fendler, n. 51).

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE. —Nos Connaracées appartiennent toutes à la région chaude, et principalement à celle qui avoisine le littoral.

XI. — STAPHYLEACEÆ Bartling.

Endl., *Gen.*, p. 1084.

AUCT. J. TRIANA.

STAPHYLEÆ (subord.), Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 412.

I. — TURPINIA Vent.

Endl., *l. c.*, n° 5671; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, 413.

1. **TURPINIA MEGAPHYLLA** Tul., in *Ann. sc. nat.*, 3ᵉ sér., VI, p. 361; Walp., *Ann.*, I, p. 188.

Dans les forêts tempérées du Quindio, alt. 2500 mètr. (Triana); ibid., alto del Machin (Goudot).

2. **TURPINIA HETEROPHYLLA** Tul., *l. c.*; Walp., *l. c.*

Staphylea heterophylla Ruiz et Pav., *Fl. per.*, III, p. 29, t. 253, f. A; DC., *Prodr.*, II, 3.

Turpinia venosa Benth. in herb. Spruc.

Alto de las Cruces, dans les montagnes du Quindio (Goudot); —*forma venosa*, dans la même Cordillère, près de Toche (Goudot).

Deux exemplaires de *Turpinia*, récoltés par Goudot sur le Quindio, ont été considérés par M. Tulasne comme pouvant se rattacher au *Turpinia heterophylla* (*Staphylea* Ruiz et Pav.). L'un de ces exemplaires, recueilli à l'alto de las Cruces, ressemble en effet, par l'ensemble de ses caractères, au type du *Staphylea heterophylla* des Andes du Pérou et de l'Équateur. Au contraire, l'autre exemplaire récolté à Toche, dans une région moins élevée et plus tempérée, correspond au *Turpinia venosa* Benth. mss. in herb. Spruce, plante de l'Équateur. Celle-ci se distingue seulement du *Turpinia heterophylla* par la réticulation des feuilles plus saillante en dessous; mais peut-être cette variation est-elle produite simplement par la différence de station.

Distribution géographique. — Deux Staphylées seulement du genre *Turpinia* se rencontrent à la Nouvelle-Grenade. Toutes deux habitent les forêts tempérées du Quindio. Le *Turpinia megaphylla* en particulier est propre à cette région, tandis que les deux formes que nous venons de citer du *Turpinia heterophylla* se retrouvent, la première au Pérou, la seconde à l'Équateur. Ces deux *Turpinia* sont du reste jusqu'ici les deux représentants de la famille des Staphyléacées sur le continent sud de l'Amérique. Mais on trouve également un *Turpinia* au Mexique, et d'autres espèces aux Antilles, parmi lesquelles le *Turpinia paniculata* Vent., qui ne nous semble pas pouvoir se distinguer spécifiquement du *T. occidentalis* Don.

XII. — CELASTRINEÆ R. Br.

Endl., *Gen.*, 1085; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 357

Auct. J. Triana.

I. — MAYTENUS Feuill.

Endl., *Gen.*, n° 5680; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 367.

1. **Maytenus myricoides.**

Ilex? myricoides HBK., *Nov. Gen. et sp.*, VI, 72.

Myginda theoides Benth., *Plant. Hartw.*, p. 127.

Paramo de Puruguai, prov. de Pasto, alt. 2600 mètres (Triana, n. 3512); Chuquiribamba (Hartweg, n. 723).

Nos exemplaires du paramo de Puruguai correspondent exactement au *Myginda theoides*, synonyme certain de l'*Ilex? myricoides* HBK. Plante extrêmement voisine du *Celastrus verticillatus* R. et Pav. (*Maytenus*) : elles ont l'une et l'autre le même faciès et le même feuillage ; mais les inflorescences de la première sont plus divisées, leurs pédoncules sont moins grêles et les pédicelles de leurs fleurs quelquefois plus longs.

2. **Maytenus prunifolius** Presl. ? Turcz., in *Bull. Mosc.*, XXXI, p. 450.

Croît avec la précédente (Triana, n. 3511) ; Pasto (Jameson).

Notre plante est identique avec celle récoltée dans les mêmes localités par Jameson et que Turczaninow a déterminée avec doute, *Maytenus prunifolius* Presl.

3. **Maytenus laxiflorus** †, ramis teretibus cortice nigrescente vestitis, novellis subangulatis herbaceis glaberrimis, foliis oblongis basi et apice acuminatis obsolete denticulatis coriaceis glaberrimis, nervis supra vix prominulis subtus pallidioribus, racemis folio brevioribus pedunculis paucifloris.

Paramos de Bogota, alt. 2000-3000 mètr. (Triana).

4. **Maytenus buxifolius** †, ramosa, ramis cortice cinereo transverse fisso vestitis, annotinis glaberrimis foliosis, foliis ovatis basi et apice obtusis integerrimis coriaceis supra subaveniis subtus reticulato-venosis concoloribus, petiolis brevibus teretibus, fructibus pedicellatis obovato-trigonis glaberrimis.

Paramos de Bogota, alt. 3000 mètr. (Triana), los Laches (Goudot).

II. — PERROTTETIA HBK.

Endl., *Gen.*, n° 5697 ; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 367.

1. **Perrottetia quindiuensis** HBK., *Nov. Gen. et sp.*, VII, p. 73, t. 622.

Forêts du Quindio (Humboldt et Bonpland) ; ibid., la Palmilla, alt. 2200 mètres (Triana) ; ibid., Pontezuela, rio Combeyma (Goudot).

III. — DULONGIA HBK.

Endl., *Gen.*, n° 5699; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 648, sub *Phyllonoma*.

1. Dulongia acuminata HBK., *Nov. Gen. et sp.*, VII, 72, t. 623.

Dulongia integerrima Turcz., in *Bull. Mosc.* (1858), p. 454.

Vulgo : *Granizo* à Ocaña (Tr.).

Près de Popayan, alt. 1800 mètres (Humb. et Bonpland); las Lajitas, prov. de Pamplona (Funck et Schlim, n. 1657); prov. d'Ocaña (Triana, Schlim, n. 716); prov. de Soto (Schlim, n. 1152).

Les exemplaires de *Dulongia* recueillis dans les provinces d'Ocaña et de Pamplona, et d'après lesquels Turczaninow a décrit son *Dulongia integerrima*, ne diffèrent du *Dulongia acuminata* que par des feuilles quelquefois moins manifestement dentées ou par des dentelures qui ne sont apparentes que vers l'acumen.

Le genre *Dulongia* est extrêmement curieux. Il rappelle les *Hypophyllanthus;* mais, au lieu d'avoir comme ceux-ci les fleurs à la face inférieure de la feuille et sur la nervure médiane, ces *Dulongia* présentent une petite grappe de fleurs située presque à l'extrémité de la face supérieure de la feuille.

Le *Dulongia acuminata* est un arbre de moyenne grandeur, dont toutes les feuilles sont à la fois florifères. Les fruits à leur maturité constituent des baies blanches comme la neige ; en la voyant de loin, on dirait alors que cette plante élégante est couverte de flocons de coton.

Un *Dulongia* du Mexique, simple variété peut-être du *Dulongia acuminata*, est employé par les Indiens comme spécifique contre la variole. Les affinités du *Dulongia* sont en réalité fort obscures ; ses fleurs rappellent celles de quelques Saxifragées.

IV. — SCHÆFFERIA Jacq.

Endl., *Gen.*, n° 5750; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 367.

1. Schæfferia frutescens Jacq. ; DC. *Prodr.* II, 41 ; Karst., *Fl. Columb. icon. select.*, t. 91.

Schæfferia completa Sw., *Fl. Ind. occ.*, I, 327, t. 7.

Schæfferia ruscifolia Rich.

Carthagène (Jacquin); Anapoima et vallée du Magdalena, alt. 300-700 mètres (Triana).

Distribution géographique. — Les Célastrinées néo-grenadines, quoique très-peu abondantes, se partagent toute la grande zone de végétation des Andes. Le *Schæfferia* à la base ou dans la région très-chaude, depuis le niveau de la mer; les *Dulongia* montent un échelon sur le climat tempéré des versants des Cordillères; suivent les *Perrottetia;* et enfin les *Maytenus* occupent les sommets alpins jusqu'à la proximité des neiges éternelles.

XIII. — HIPPOCRATEACEÆ (Juss.), Kunth.

DC., *Prodr.*, I, 567; Endl., *Gen.*, p. 1090.

Hippocratearum trib. II, Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, p. 369.

Auct. J. Triana.

I. — HIPPOCRATEA L.

Endl., *Gen.*, n. 5700.

1. **Hippocratea ovata** Lamk, *Ill.*, I, 100, t. 28, f. 2; DC., *l. c.*

Hippocratea volubilis Lin.; *Coa scandens fructu trigemino subrotundo* Plum. mss. II, t. 119, in Bibl. Mus. par.

Hippocratea lævigata Rich., in Vahl, *Enum.*, II, p. 27; DC., *Prodr.*, I, 568.

Hippocratea discolor Seem., *Bot. of Herald*, p. 90, non Meyer.

Chagres (Fendler, n. 53; Hostmann, n. 987). Baie d'Ardite, Darien (Seemann); Panama (Sutton-Hayes, n. 595).

Espèce assez répandue dans les Antilles et sur le continent, dans les Guyanes, le Venezuela et le littoral grenadin.

D'après les échantillons provenant de la Guyane, les carpelles de l'*Hippocratea discolor* de Meyer seraient allongés et atténués aux deux extrémités, ce qui distinguerait cette espèce de l'*H. ovata* et même de l'*H. obcordata*. La plante citée par Seemann n'est donc pas le véritable *H. discolor;* de sorte que la synonymie de l'*H. lævigata* établie par M. Grisebach est inexacte.

2. **Hippocratea obcordata** Lamk, *Ill.*, I, 100, t. 28, f. 1; DC., *Prodr.*, I, 567.

Hippocratea scandens Jacq., *Am.*, IX, t. 9; *Icon. pict.*, t. 12; Griseb., in *Bonpland.* (1858), p. 4.

Hippocratea excelsa Benth., *Voy. of Sulph.*, 78, non HBK.

Fréquent à Carthagène (Jacquin); Veraguas (Hinds, fide Benth.).

La forme des carpelles de l'*Hippocratea obcordata*, cunéiformes et échancrés à l'extrémité, servira à le distinguer nettement de l'*Hippocratea ovata* Lamk, dont les fruits sont plutôt arrondis. Ces deux *Hippocratea* correspondent aux anciens *H. volubilis* Linn. et *H. scandens* Jacq., dont les noms ont été changés par Lamarck en vue de rappeler cette forme remarquable dans les organes carpiques, puisque tous les *Hippocratea* sont des lianes.

Nous ne connaissons l'*Hippocratea obcordata* que d'après la description et les figures données par Jacquin. Suivant M. Grisebach, la plante aurait été aussi trouvée à Panama. Il dit que ses fleurs sont deux fois plus grandes que celles du *H. ovata*, et que ses pétales sont à limbe panduriforme marqué d'une ligne transverse de poils. Il serait donc possible que cette plante de Panama ne fût que l'*Hippocratea excelsa* de M. Bentham, non HBK., cité comme originaire de Veraguas.

3. **Hippocratea verrucosa** HBK., *Nov. Gen. et sp.*, V, p. 138; DC., *Prodr.*, I, 568.

Entre Carthagène et el Cerro de la Popa (Humboldt et Bonpland).

4. **Hippocratea floribunda** Benth., *Bot. of Sulph.*, 78; Walp., *Repert.*, V, p. 146.

Dans l'île de Gorgona (Hinds, fide Bentham).

II. — ROMUALDEA (1).

Hippocrateæ spec. auct.

Cuervea Nobis olim et in Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, p. 369.

Calyx quinquepartitus, laciniis rotundatis, æstivatione imbri-

---

(1) Nous dédions ce genre à M. l'abbé Romualdo Cuervo de Bogota, dont le zèle pour la botanique et l'horticulture témoignent que les traditions de Mutis ne se sont pas encore éteintes dans l'ancien théâtre de ses travaux. Tout d'abord ce genre avait été nommé par nous *Cuervea* dans nos notes, et il fut cité ainsi par MM. Bentham et J. D. Hooker; maintenant nous aimons mieux le changer en celui de *Romualdea*, pour éviter tout risque de confusion avec d'autres personnes de même nom. Ce changement est encore praticable, MM. Bentham et Hooker n'ayant fait que citer le nom en synonyme d'*Hippocratea*.

catis. *Petala* quinque, laciniis calycinis alterna, obovato-oblonga, leviter inæquilatera, æstivatione imbricata. *Discus* cupuliformis inter petala et stamina positus, anguste perigynus. *Stamina* 3, subhypogyna, loculis ovarii alterna; filamenta brevia, complanata; antheræ transverse oblongo-ellipticæ, basifixæ, rima transversa apicali dehiscentes, bivalves. *Ovarium* trilobum, triloculare, stylo apicali, brevi, crasso, stigmate trilobo. *Ovula* in singulo loculo circiter 5, peritrope affixa, amphitropa, supremorum 2 raphe infera, infimorum 2 raphe supera. *Nuces* tres, horizontaliter divaricatæ, discoideo-depressæ, cuneato-flabelliformes, amplæ, margine externo repandæ, epicarpio pergamaceo, mesocarpio pulchre reticulato-fibroso putredine irregulariter fisso (non vero regulariter dehiscente), endocarpio membranaceo. *Semina* in carpello quovis 2-4 magna, compressa, discoidea, ovato-orbiculata, angulo interno carpelli affixa, funiculo lato brevi aliformi, rhaphe secus marginem seminis ad ejus apicem excurrente : testa crassiuscula haud crustacea illam seminis *Æsculi Hippocastani* plane referens, colore castaneo, extus saturatiore embryoni subjecto adhærente, endopleura haud conspicua. *Embryo* semini conformis, cotyledonibus in massam homogeneam albam carnosam conferruminatis, radicula plumulaque (nobis non visæ) inconspicua.

Frutex scandens, ramis expansis; folia opposita, petiolata, ovata, v. oblongo-elliptica, obtuse acuminata v. rotundata, obsolete repanda, rigide coriacea, glaberrima, nitida, reticulato-venosa, eglandulosa. Stipulæ minutæ, caducæ, liberæ. Cymæ terminales v. axillares dichotomæ, ramis compressis, bracteis minutis. Pedicelli graciles, calyce pluries longiores, medium versus v. supra medium articulati, apice incrassati.

Malgré l'opinion de MM. Bentham et J. D. Hooker, qui ont rapporté comme un synonyme de l'*Hippocratea*, notre ancien genre *Cuervea*, aujourd'hui *Romualdea*, nous insistons pour le faire considérer comme un type distinct des véritables *Hippocratea*. Il est évident que notre *Romualdea* rappelle, par la structure générale de ses fleurs, quelques *Hippocratea*, et que

plusieurs espèces de ce genre ont un faciès semblable à celui des *Romualdea*. Cependant le caractère distinctif réside dans les carpelles indéhiscents étalés comme ceux des *Hippocratea*, dans ses graines en nombre défini et dépourvues d'aile. Dans une famille comme celle des Hippocratéacées, où les coupes génériques sont surtout fondées sur les diversités de structure des fruits, notre *Romualdea* peut et doit rester séparé des vrais *Hippocratea* (1).

1. Romualdea malpighifolia.

Hippocratea malpighifolia Rudge, *Guy.*, tab. 8; Payer, *Organogén.*, tab. 35, f. 34-44. Analyt. *Tonsella* Mey.!

Hippocratea grandiflora Payer.

Hippocratea Kappleriana Miq.

Hippocratea integrifolia Seem., *Bot. of Herald*, p. 9, non Rich.

Vallée du Magdalena, entre 200-700 mètres (Triana); île de Coyba, côte de Veraguas (Seemann); dans les Antilles, la Guyane, etc.

Flores majusculi expansi diametro 1 cent. albido-lutescentes. Nuces transversæ ellipticæ diametro transverso 9-12 cent., diametro verticali 7-8 cent. nunc rhomboideo-obovatæ supra subtusque leviter convexæ, epicarpio viridescente, endocarpio albido, mesocarpio e fibris flabellato-radiantibus reticulato-nervosis pulchre connexis constante.

Plante très-remarquable par ses fruits composés de trois carpelles horizontaux comprimés, étalés, à mésocarpe formé de fibres élégamment réticulées. Ces carpelles sont indéhiscents, ce qui, joint à l'absence d'aile funiculaire des graines, distingue ce genre de l'*Hippocratea*, avec lequel il a été souvent confondu.

---

(1) Appartiennent à ce même genre : l'*Hippocratea integrifolia* Rich. (*Romualdea integrifolia*); — l'*Anthodon Wrightianum* Miers, mss. in herb. Kew. (l'*Hippocratea malpighifolia* Griseb., *Pl. Cub. Wright.*, non Rich.), qui deviendra *Romualdea Wrightiana*; — l'*Anthodon apiculatum* Miers (*Romualdea apiculata*, de Panure, ad rio Uaupes et rio Negro, secus ostia fl. Canaburi (Spruce, n. 3778 et 2796), et Berbice (Schomburgk, n. 352); — l'*Hippocratea lancifolia* de la Jamaïque, de M. Wilson (*R. lancifolia*).

L'*Hippocratea macrophylla* de l'Afrique occidentale semble aussi appartenir au genre *Romualdea*?

La graine, par ses cotylédons soudés et par son spermoderme assez épais, adhérant à l'embryon, de couleur brune, rappelle beaucoup celle des *Æsculus*.

La plante de M. Seemann est identique avec la nôtre.

III. — ANTHODON Ruiz et Pav.

Endl., *Gen.*, n° 5701 (sub *Tontelea*).

1. **Anthodon decussatum** HBK., *Nov. Gen. et sp.*, 140, tab. 445; DC., *Prodr.*, I, 569.

Près de l'Angostura « du rio Magdalena » (mai 1801, Bonpland).

Kunth, dans le *Nova Genera*, a indiqué cette plante comme ayant été récoltée à Angostura sur l'Orénoque, qu'il a sans doute confondu avec l'Angostura du Carare des bords du Magdalena, dans la Nouvelle-Grenade; et la preuve qu'il s'agit bien de cette dernière localité, c'est que l'étiquette de la main de Bonpland, qui accompagne l'échantillon authentique, marque la date du mois de mai 1801, époque précise à laquelle les illustres voyageurs abordèrent les côtes de la Nouvelle-Grenade et remontèrent le Magdalena.

En attendant une connaissance plus complète des diverses espèces d'*Anthodon*, nous aimons mieux les tenir génériquement distinctes des *Salacia*, à cause de leurs pétales obliques, aigus, finement dentés, et de leurs inflorescences rameuses.

IV. — SALACIA L.

Endl., *Gen.*, n° 5702; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 370, excl. syn.

De Candolle (*Prodr.*, I, 571) avait déjà fait remarquer que le genre *Calypso* du Petit-Thouars n'étant pas suffisamment distinct du *Salacia*, il les réunissait sous le nom de *Salacia-Calypso*. Aujourd'hui, l'identité des deux genres est généralement admise.

Les *Salacia* proprement dits sont des plantes de l'ancien monde, qui se reconnaissent principalement à leurs fleurs axillaires pédicellées munies d'anthères allongées, à deux loges parallèles ou à peu près, s'ouvrant longitudinalement, à leur style indivis. Malgré ces différences, plusieurs auteurs ont rapporté, soit au *Salacia*, soit au *Calypso*, quelques plantes du Brésil, dont les anthères sont autrement conformées que celles des vrais *Salacia*. Elles sont courtes, souvent arrondies, à loges pour ainsi dire noyées dans un gros connectif, en s'écartant obliquement en forme d'accent circonflexe, ou en se confondant en une ligne transversale. Leurs inflorescences sont dichotomes, plus ou moins rameuses, ou réduites à des pédicelles uniflores, comme chez les vrais *Salacia*. Ces plantes brésiliennes correspondent : celles de la première catégorie, au type du *Tontelea* d'Aublet, et celles de la seconde catégorie se rapportent aux *Raddisia* de Leandro de Sacramento.

Si l'on considère que la forme des anthères et la disposition de leurs loges peuvent être un caractère variable, ainsi que celui des inflorescences, on pourra à la rigueur admettre la fusion de ces différents genres sous le seul nom de *Salacia*. Le genre, tel à peu près qu'il vient d'être constitué par MM. Bentham et J. D. Hooker, pourrait se partager toutefois en trois sections : la première comprenant les *Salacia* proprement dits, à fleurs axillaires munies d'anthères à loges parallèles; la deuxième, les *Raddisia*, à fleurs ordinairement assez grandes, pédicellées et à anthères à loge unique transversale; la troisième, les *Tontelea*, chez lesquels l'inflorescence est ramifiée, les fleurs munies d'anthères à loges divariquées ou confluentes.

Quant à l'*Anthodon*, réuni également comme synonyme aux *Salacia* par les auteurs précités, nous le conserverons distinct jusqu'à ce que de nouvelles études nous permettent d'en reconnaître exactement la structure florale.

* TONTELEA.

Antheræ biloculares, loculis discretis, globosis, extrorsum rima transversa dehiscentibus. Stylus brevissimus trifidus. Inflorescentia cymoso-dichotoma.

1. SALACIA (TONTELEA) PATENS †, frutex scandens glaberrimus, ramulis divaricato-patentibus, v. subdeflexis, foliis petiolatis amplis oblongo-ellipticis utrinque obtusis margine tenui subreflexo obsolete crenulatis coriaceis exsiccatis fuscescentibus, cymis axillaribus folio brevioribus pluries dichotomis, floribus numerosis subconfertis parvis (diametro circiter 4 mill.) bre-

viter pedicellatis, calycis laciniis orbiculatis, petalis orbiculato-obovatis crassiusculis tenuiter eroso-denticulatis, disco cupuliformi laxo, staminibus 3 inter discum et ovarium insertis, antheris didymis bilocularibus loculis geminis verticaliter ellipsoideis connectivo cordiformi adnatis bivalvibus, ovario trigono, stylo trifido.

Villavicencio, bassin du rio Meta, alt. 400 mètres (Triana).

2. Salacia (Tontelea) pruinosa Seem., in *Bot. of Herald*, 90 ; Walp., *Ann.*, IV, p. 369.

Salacia scandens Griseb., *Fl. West. Ind. isl*, 148.

Dans l'hacienda de Tapia, prov. de Panama (Seemann) ; près de Panama (Sutton-Hayes, n. 652).

Seemann a rapproché cette espèce, qui nous est inconnue, du *Salacia lævigata* de DC. ; mais, d'après ses inflorescences en cyme, nous croyons qu'elle devra rentrer dans le groupe des *Tontelea*.

Distribution géographique. — Les Hippocratéacé es grenadines sont presque toutes des lianes volubiles ou sarmenteuses de la région chaude. Cette famille n'a aucun représentant dans la région froide de Andes, où abondent au contraire les Célastrinées.

XIV. — ILICINEÆ Brongn.

Endl., *Gen.*, p. 1092 ; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 355.

Auct. J. Triana.

I. — ILEX Lin.

Endl., *Gen.*, n° 5705 ; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 355.

1. Ilex Kunthiana.

Ilex Paltoria HBK., *Nov. Gen. et sp.*, VII, p. 69 ; DC., *Prodr.*, III, p. 16, non Poir.

Vulgo : *Palo mulato* à Bogota (Triana).

Nouvelle-Grenade (Humboldt et Bonpland) ; cordillère de Bogota, alt. 300 mètres (Triana).

Nos exemplaires correspondent exactement à celui très-imparfait de l'herbier de Kunth, mais ils s'éloignent sensiblement du *Paltoria ovalis*

Ruiz et Pav., ou du véritable *Ilex Paltoria* Poir., par ses fleurs à pédicelles courts, articulés à la base, au lieu d'être groupées par trois sur des pédoncules axillaires longs et grêles. Les feuilles de la plante grenadine sont aussi plus coriaces, plus épaisses, lisses et luisantes en dessus.

2. **Ilex hippocrateoides** HBK., *l. c.*, p. 72; DC., *l. c.*, p. 16.

Il polyphylla Benth., *Plant. Hartw.*, p. 167.

Forêts de la prov. de Popayan, près de Pitayo (Hartweg, n. 938).

Les différences entre les *Ilex hippocrateoides* et *I. polyphylla* sont si minimes, qu'elles indiquent tout au plus deux formes de la même espèce.

3. **Ilex uniflora** Benth., *l. c.*, p. 217.

Forêts de Pitayo, près de Popayan (Hartweg, n. 1196).

4. **Ilex crassifolia** HBK., *l. c.*; DC., *l. c.*; Hook., *Icon.*, t. 149.

Sierra Nevada de Santa-Martha (Purdie, n. 414).

D'après une note manuscrite de M. Tulasne, l'échantillon n. 414 de M. Funck, de la Nevada de Santa-Martha, appartiendrait à cette espèce ; en effet, autant qu'on peut en juger d'après des exemplaires très-incomplets, cette détermination semble exacte.

5. **Ilex obcordata** Sw., *Prodr.*, II, 15 ; Walp., *Rep.*, I, 540.

Ilex occidentalis Mcfd., *Fl. Jam.*, I, 204.

Ilex bumelioides Griseb., in *Bonplandia* (1858), VI, p. 7, non HBK.

Panama (Duchassaing, Seemann).

Les caractères attribués par M. Grisebach à son *Ilex bumelioides*, tels que la pubescence des rameaux, la forme des feuilles, les inflorescences triflores, en formant une seule ombelle très-courte, le stigmate déprimé, etc., éloignent tout à fait cette plante du véritable *I. bumelioides* des montagnes de Loxa ; tandis que ces mêmes caractères répondent très-bien à ceux de l'*I. obcordata* de Swartz.

6. **Ilex micrantha** †, glaberrima, ramulis cortice cinereo vestitis, novellis herbaceis, foliis ovatis integerrimis acuminatis supra nitidis subtus opacis utrinque obsolete reticulato-venosis, basi cuneatis in petiolum supra canaliculatum attenuatis, pedunculis gracilibus petiolum vix superantibus, floribus minimis subcymoso-umbellatis pedicellatis.

Dans la vallée du Cauca et près de Popayan, alt. 1000-1300 mètres (Triana).

Espèce qui rappelle les *Ilex truxillensis* et *cumanensis* Turcz. Elle a des fleurs assez petites, disposées en ombelles de la longueur du pétiole. Ses feuilles sont coriaces, rigides, un peu carénées, et les jeunes surtout noircissent par la dessiccation.

7. **Ilex nervosa** †, ramis glabriusculis lenticellis rotundis albidis inspersis, ramulis annotinis puberulis, foliis oblongis basi in petiolum longum canaliculatum puberulum attenuatis integris supra lævibus reticulato-venosis impressis subtus vero nervis nervulisque prominulis, floribus subfasciculatis, pedunculis nullis v. brevibus, pedicellis puberulis.

Entre Gachala et el paramo de Batatas, cordillère de Bogota, alt. 2000-2500 mètres (Triana).

Au premier abord, cette plante rappelle certaines Laurinées. Ses feuilles sont parcourues par des veines imprimées à la surface supérieure saillantes à la surface inférieure.

8. **Ilex Laureola** †, glaberrima, ramulis teretibus, foliis oblongis v. oblongo-lanceolatis obtusis v. acumine brevi obtuso integerrimis nervo medio supra impresso secundariis vix conspicuis supra intense viridibus subtus nervo medio prominente pallidioribus, floribus parvis cymoso-racemosis, cymulis 3-floris pedicellatis, calycinis foliolis brevibus rotundatis.

Près de Cundai, sur le versant occidental des Andes de Bogota, alt. 1200 mètres (Triana).

Analogie de faciès également avec certaines Laurinées. Les veines sont noyées dans le parenchyme assez épais des feuilles; celles-ci sont glabres et luisantes à la face supérieure, plus pâles à la face inférieure.

9. **Ilex Gale** †, ramulis glaberrimis obsolete angulatis, foliis lanceolatis v. obovato-lanceolatis mucronulatis integerrimis supra nitidis nervo medio prominulo marginibus revolutis subtus opacis pallidioribus petiolatis, pedunculis gracilibus, floribus cymosis laxis parvis pedicellatis, foliolis calycinis rotundatis mucronulatis glabris. — Arbuscula ramosissima, foliosa, facie *Myricæ Gale*.

Forêts de la province d'Ocaña, alt. 1400 mètres (Schlim, n. 583).

10. **Ilex sessiliflora** †, ramulis puberulis angulatis nigrescentibus, foliis pollicaribus ovatis integris nervis supra impressis nitidis subtus opacis margine recurvis brevissime petiolatis, pedunculis brevissimis puberulis bracteolis ovatis stipatis, floribus sessilibus, foliolis calycinis rotundatis.

Dans les forêts du Quindio, alt. 2900 mètres (Triana).

Cette plante a des affinités avec l'*Ilex crassifolia*, dont elle diffère par ses inflorescences et par la forme de ses bractées.

11. **Ilex pustulosa** †, glaberrima, ramulis teretibus, foliis ovatis basi et apice rotundatis, coriaceis dentatis dentibus apice callosis supra nitidis reticulato-venosis venis prominulis, subtus pallidioribus reticulatis pustulis minimis crebre inspersis, petiolis supra canaliculatis crassis, pedunculis compressis cymosis, cymis multifloris, foliolis calycinis orbicularibus. — Folia 14-16 cent. longa, 8-lata, subtus insigniter pustulosa.

Entre Fusagasuga et Pasca, cordillère de Bogota, alt. 2000 mètres (Triana).

Espèce remarquable, soit par la grandeur et les dentelures calleuses de ses feuilles, soit par ses cymes multiflores plus longues que les pétioles.

12. **Ilex obtusata.**

Prinos obtusatus Turcz., in *Bull. Soc. Mosc.* (1858), 457.

La Baja, prov. de Pamplona, alt. 3000 mètres (Funck et Schlim, n. 1387).

Plante à grandes feuilles coriaces, calice cupuliforme à six divisions. Elle est vraisemblablement dioïque, et par cette raison Turczaninow l'avait rapportée au genre *Prinos*, aujourd'hui confondu avec les *Ilex*.

Distribution géographique. — Les *Ilex* grenadins appartiennent en général à la région tempérée, à l'exception de quelques espèces qui s'avancent dans les forêts subalpines des Andes.

XV. — RHAMNEÆ R. Br.

DC., *Prodr.*, II, 19; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 371.

AUCT. J. TRIANA.

I. — RHAMNUS Juss.

Endl., *Gen.*, nº 5722; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 377.

1. **RHAMNUS (FRANGULA) PUBESCENS.**

Ceanothus pubescens Ruiz. et Pav., *Fl. per.*, III, t. 228, f. *a*; DC., *l. c.*, II, 30.

Cordillère de Bogota, alt. 2400-3000 mètres (Triana); ibid., Boca del Monte (Goudot). — Venezuela, Caracas (Linden, n. 147). Équateur (Spruce, n. 5825 et 6617). Pérou (Pavon, Dombey).

L'aire géographique de cette espèce est très-étendue; on la rencontre du Pérou jusqu'au Venezuela, en offrant de légères variations quant à la pubescence de ses feuilles et à la division de ses inflorescences.

2. **RHAMNUS (FRANGULA) GOUDOTIANUS** †, ramis cortice cinereo transverse fisso vestitis, novellis tomentosis foliosis, foliis ovatis v. obovato-oblongis breviter acuminatis denticulatis supra glabris nervis nervulisque impressis subtus pallidioribus fusco-venosis nervo medio puberulo, pedicellis gracilibus solitariis v. ternis. — Folia 2-4 cent. longa, 1-2 lata.

Cordillère de Bogota, alt. 2100 mètres (Triana, Goudot).

Diffère surtout de l'espèce précédente et d'autres analogues par ses pédicelles grêles trois ou cinq fois plus longs que les pétioles.

3. **RHAMNUS (FRANGULA) LINDENIANUS** †, ramis cortice cinereo vestitis glabris, novellis gracilibus pubescenti-sericeis, foliis lanceolatis in acumen attenuatis denticulatis supra intense viridibus nervis tenuibus impressis, subtus pallidioribus nervis fuscescentibus, petiolatis petiolo gracili, floribus pedicellatis solitariis.

Venezuela, Agua de Obispo, province de Truxillo, alt. 3000 mètres (Linden, n. 1449).

Espèce évidemment voisine de la précédente, dont elle diffère par ses feuilles plus allongées, plus acuminées, à pétioles plus longs et plus grêles.

II. — ZIZYPHUS Juss.

Endl., *Gen.*, n. 5717 ; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 375.

1. **Zizyphus heteroneura** Griseb., in *Bonpl.*, VI (ann. 1858). p. 3.

Panama, vers la côte (Duchassaing).

D'après M. Grisebach, cette espèce est voisine du *Z. havanensis* Knth. dont elle diffère par ses feuilles triplinervées et veineuses, et non trinervées.

2. **Zizyphus strychnifolia** †, glabra, ramis cortice fusconigrescente vestitis, foliis oblongis acuminatis basi rotundatis v. subattenuatis supra læte viridibus, nervis primariis impressis subtus vix pallidioribus, nervis prominentibus flavescentibus reticulato-venosis, pedunculis brevibus petiolum vix superantibus, floribus pedicellatis fasciculatis, calycibus glabris ferrugineis nervosis, fructibus immaturis ovatis mucronatis lenticellis crebris inspersis, pedunculatis calyce cyathiformi crassiusculo stipatis.

Vulgo : *Pepa de loro* (Triana).

Vallée du Magdalena, entre 400 et 1400 mètres (Triana, n. 3525) ; Mendez et Paso de la Guayacana, sur le Magdalena (Goudot).

Arbre inerme ressemblant au *Zizyphus Jougeiro* Mart.

3. **Zizyphus Cinnamomum** †, ramis cortice cinereo vestitis lenticellisque oblongis numerosis inspersis, foliis oblongis obtusis coriaceis glaberrimis 3-nerviis, nervis secundariis ad apicem evanidis fuscescentibus aliis creberrimis tenuissimisque, pedunculis brevibus arcuato-reflexis lenticellatis, pedicellis calycibusque velutis. — Folia 15 cent. longa, 7 longa exacte ut in Cinnamomo.

Nouvelle-Grenade (Linden, n. 1548). — Venezuela, Valencia (Funck, n. 794).

Très-belle espèce à grandes feuilles rappelant celles du *Cinnamomum*, glaucescentes et très-finement réticulées.

III. — SAGERETIA Brongn.

Endl., *Gen.*, n° 5720; Benth. et J. D. Hook., *Gen. pl.*, I, 377.

1. **Sageretia elegans** Ad. Brongn., in *Ann. sc. nat.*, sér. 10.

Rhamnus elegans HBK., *Nov. Gen et sp.*, VII, p. 53, tab. 619; DC., *Prodr.*, II, p. 26.

Vulgo : *Uña de Gato.*

Vallée du Magdalena, Anapoima, Piedras, etc., entre 300-800 mètres (Triana, n. 3526); vallée du Cauca, alt. 1000 mètres (Triana); Saline del Peñol (Goudot).

IV. — GOUANIA.

Endl., *Gen.*, n° 5746; Benth. et J. D. Hook., *l. c.*, I, 385.

1. **Gouania tomentosa** Jacq., *Ann.*, p. 263; DC., *Prodr.*, II, p. 39.

Gouania virgata Reis, in Mart., *Fl. Bras.*

Vulgo : *Javoncillo* à Panama (Seemann).

Vallée du Magdalena, alt. 600 mètres (Triana); Panama (Seemann); ibid., estacion de Barbacoas (Sutton-Hayes); Chagres (Fendler, n. 108). — Venezuela (Fendler, n. 219). — Guayaquil (Hartweg, n. 647).

2. **Gouania pubescens** Poir., *Ill.*, I, 845, f. 1; DC., *l. c.*

Mompox et Quindio (Bonpland); vallée du Magdalena, alt. 600 mèt. (Triana); llanos del Meta, alt. 400 mètres (Triana); chemin de Bogota à los Llanos (Goudot); Panama (Seemann, Duchassaing); Ocaña (Schlim, n. 209).

Le *Gouania pubescens* Poiret, d'après les échantillons déterminés à l'herbier du Muséum par Desfontaines, a les capsules glabres et luisantes extérieurement. Ce caractère distingue principalement l'espèce du *Gouania tomentosa* à fruits recouverts d'une pubescence très-épaisse; mais les feuilles, les inflorescences et le faciès général sont très-semblables dans les deux plantes.

3. **Gouania corylifolia** Radd., Mart., *Fl. Bras.*, add., p. 16.

Quebrada Grande, Andes de Bogota, alt. 1000 mètres (Triana).

4. **Gouania domingensis** L.; DC., *Prodr.*, II, 39.

Gouania Blanchetiana Seem., *Bot. of Herald*, p. 98, non Miq.; Walp., *Ann.*, II, p. 272.

Forêts du village de Remedios, Veraguas (Seemann).

Cette espèce a des fruits glabres comme les deux précédentes.

5. Gouania velutina Reis, in Mart., *Fl. Bras.*

G. colurnæfolia Reis, *l. c.*

Panama (Seemann).

Espèce munie de capsules pubescentes en dehors, comme celles du *Gouania tomentosa*.

6. Gouania rumicina †, ramis gracilibus glabris, foliis oblongis acuminatis grosse remoteque dentatis dentibus apice subcallosis supra nervis impressis subtus pallidioribus nervis prominentibus, racemis fructiferis elongatis, fructibus crebris alis tenuibus, pedicellis brevibus.

Entre Villavicenico et les bords du rio Meta, alt. 280-601 mètres (Triana).

Cette plante rappelle certains *Rumex* par ses grappes axillaires placées à l'extrémité des rameaux et formant une grande panicule terminale. Comme feuillage, elle tient des *Gouania corylifolia* et *domingensis*.

7. Gouania ulmifolia †, ramis ramulisque pube fuscescente vestitis, foliis ovatis acuminatis basi rotundatis v. obsolete cordatis dentatis utrinque reticulato-venosis, nervis supra impressis subtus prominentibus fuscoque villosis, racemis ferrugineis pedunculis apice plurifloris, floribus subsessilibus extrorsum rufescenti-villosis.

Près de la Palmilla, dans les forêts du Quindio, alt. 2000 mètres (Triana).

Espèce très-distincte dans le genre, soit par ses inflorescences, soit par la pubescence rougeâtre qui couvre ses rameaux pédonculés, ainsi que la face inférieure des feuilles.

Distribution géographique. — A l'exception de nos *Rhamnus*, qui croissent vers les hauts sommets des Andes, les autres Rhamnées de notre flore appartiennent à la région chaude, sauf quelques espèces qui s'avancent dans la région tempérée.

FIN DU SEIZIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

Étude anatomique, organogénique et physiologique sur les Algues d'eau douce de la famille des Lémanéacées, par M. Sirodot. 5
Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes, par M. Ph. Van Tieghem. . . 96
Note sur les divers modes de nervation de l'ovule et de la graine, par M. Ph. Van Tieghem. 228
Recherches sur la nervation de la graine, par M. G. Le Monnier. 233
Le Parasitisme du *Nostoc lichenoides*, par M. Ed. Janczewski. 306
Recherches sur les gonidies du Lichen, *Parmelia pulverulenta* Ach., par M. Michel Woronine. 317
Observations sur les bulbes des Lis (*Lilium*), par M. P. Duchartre. . . . 326
Remarques au sujet d'un mémoire de Dutrochet sur la volubilité des tiges, par Ph. Van Tieghem. 357

FLORES ET GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

Prodromus Floræ Novo-Granatensis, ou Énumération des plantes de la Nouvelle-Grenade, avec description des espèces nouvelles, par M. J. Triana. . . . 361

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE.

Rapport sur un mémoire de M. Grand'Eury intitulé : Flore carbonifère du département de la Loire, par M. Ad. Brongniart. 202

TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

Brongniart (Ad.) — Rapport sur un mémoire de M. Grand'Eury intitulé : Flore carbonifère du département de la Loire. 202
Duchartre (P.). — Observations sur les bulbes des Lis. 326
Janczewski (Ed.). — Le Parasitisme du *Nostoc lichenoides*. 306
Le Monnier (G.). — Recherches sur la nervation de la graine. 233
Sirodot (Sim.). — Etude anatomique, organogénique et physiologique sur les Algues d'eau douce de la famille des Lémanéacées. . . 5
Triana (J.). — *Prodromus Floræ Novo-Granatensis*, ou Enumération des plantes de la Nouvelle-Grenade, avec description des espèces nouvelles. 361
Van Tieghem (Ph.). — Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes. 96
— Note sur les divers modes de nervation de l'ovule et de la graine . . 228
— Remarques au sujet d'un mémoire de Dutrochet sur la volubilité des tiges. 357
Woronine (Mich.). — Recherches sur les gonidies du Lichen, *Parmelia pulverulenta* Ach. 317

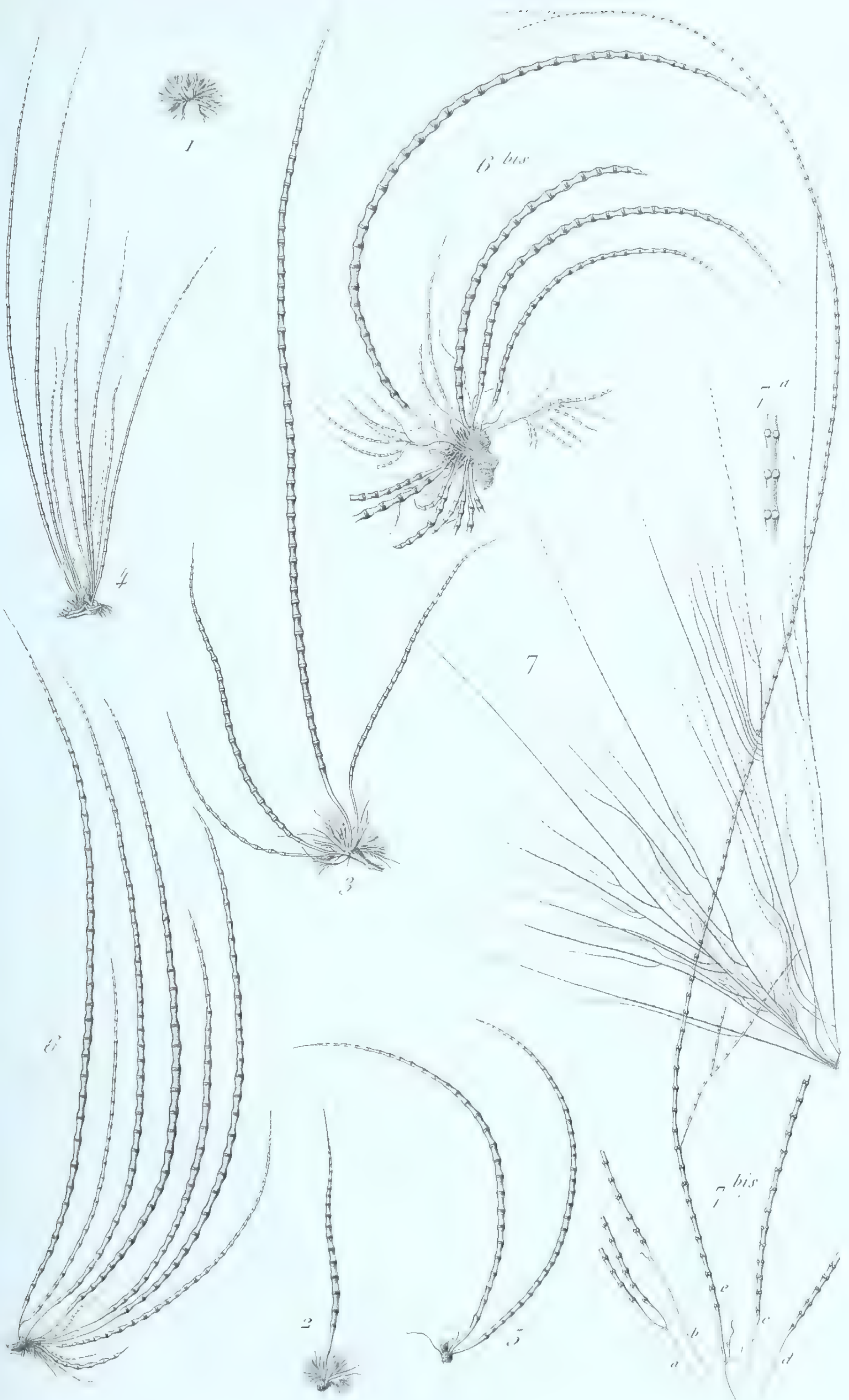
TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

Planches 1. *Lemanea* et *Sacheria*.
— 2-8. Organisation et développement des Lémanéacées.
— 9-12. Nervation de la graine.
— 13. Parasitisme du *Nostoc lichenoides*.
— 14. Gonidies du *Parmelia pulverulenta*.
— 15-17. Bulbes des Lis.

FIN DES TABLES.

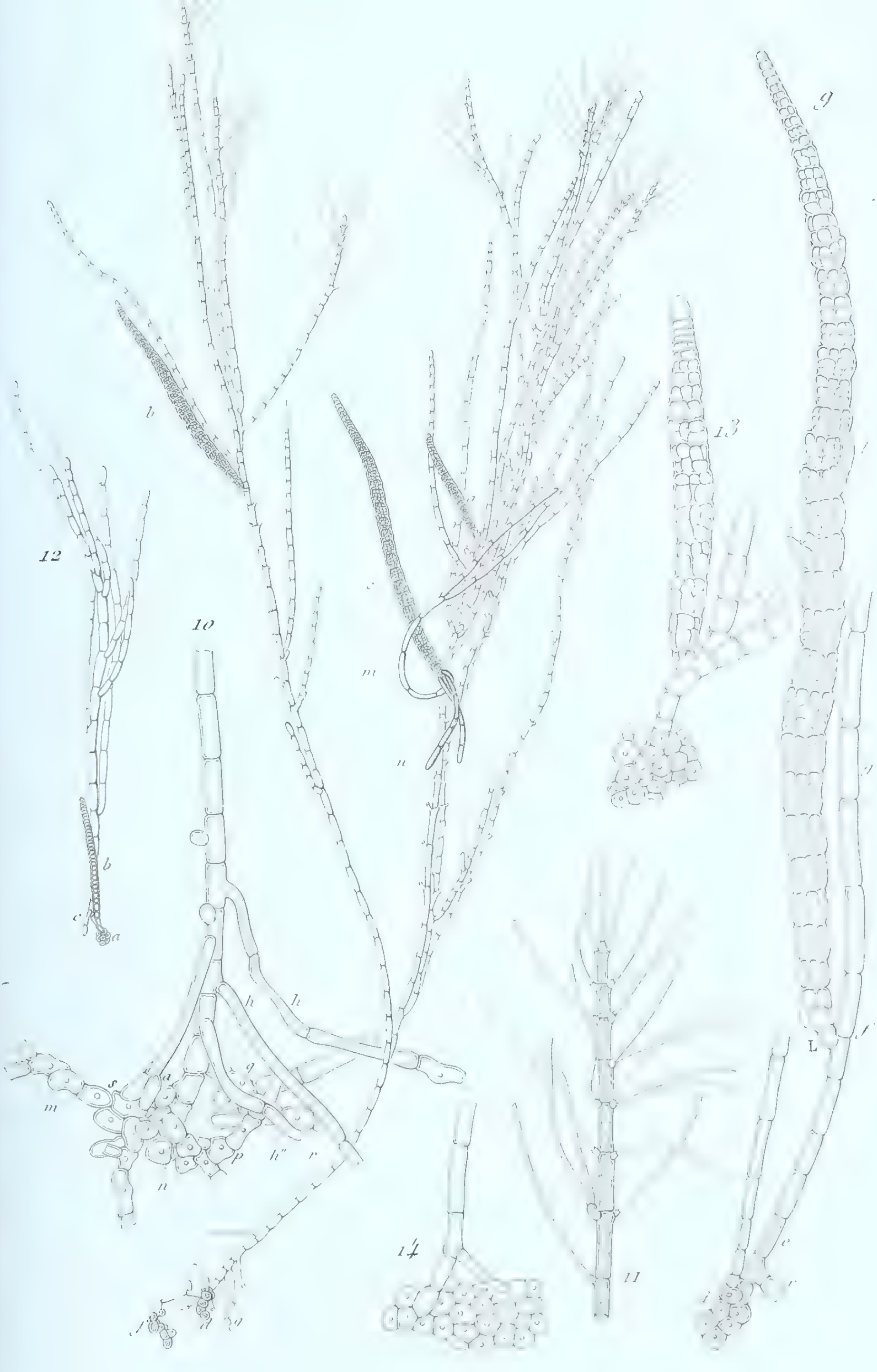
PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.


1
6 bis
7 a
4
7
3
6
7 bis
e
c
b
a
d
2
5

irodot del.   Picart sc.

1_6 Lémanea — 7_7 bis Sacheria.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

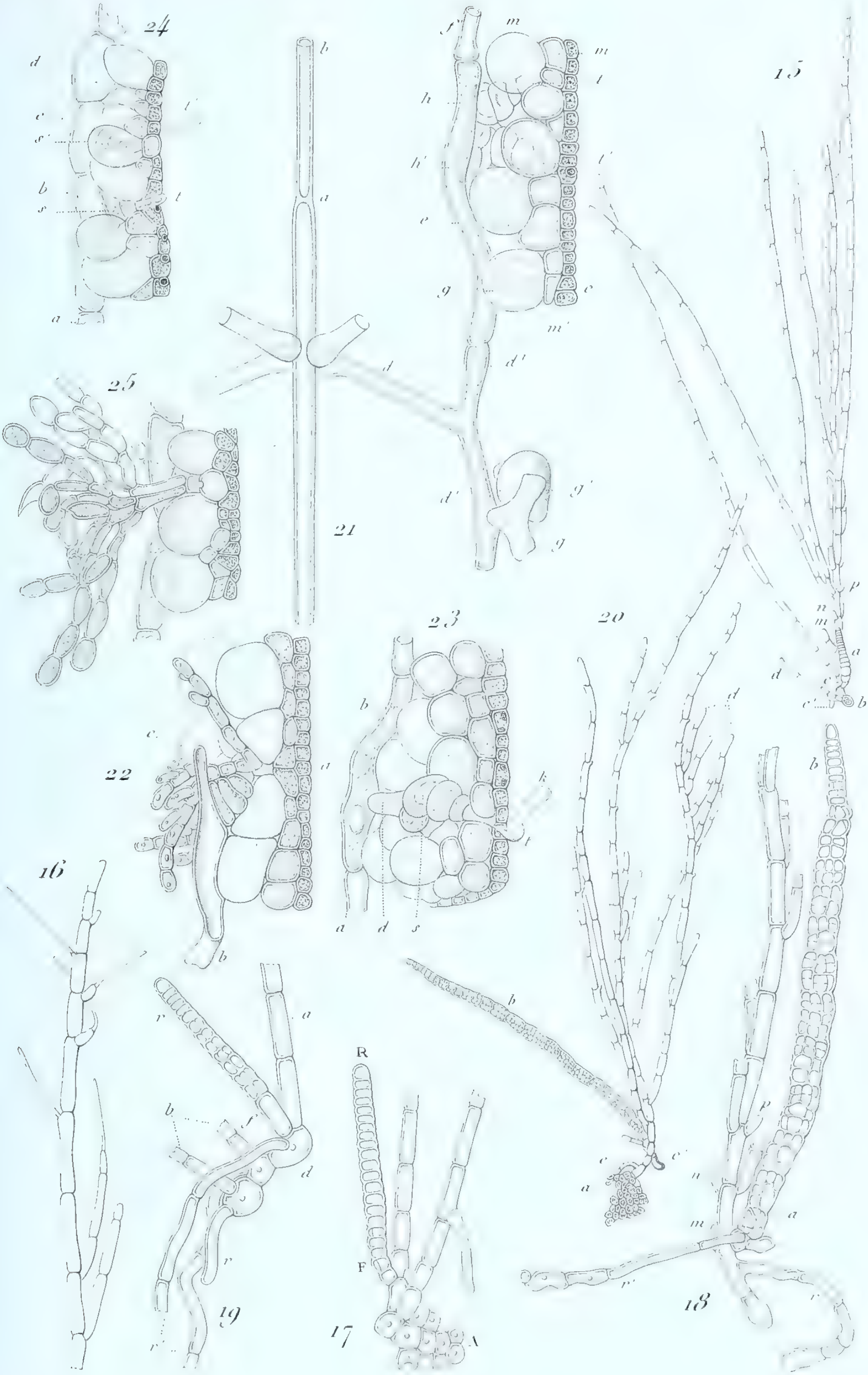

9
13
12
10
14
11
a
b
c
m
n
h
h
s
g
p
h''
r
d
L
e

Sirodot del.

Picart sc.

Organisation et développement des Lémanéacées.

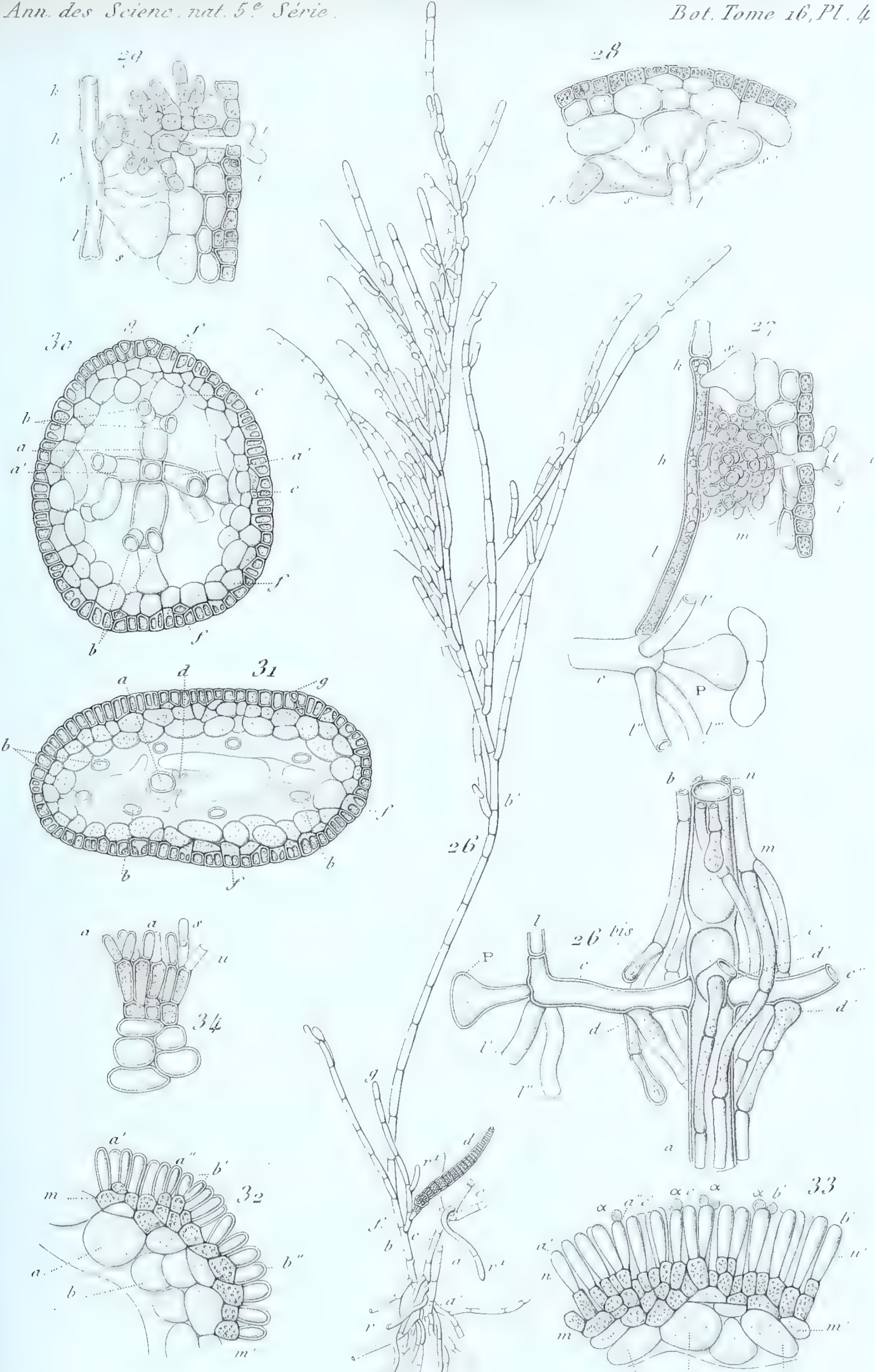
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris


24
d
c
s'
b
s
t'
t
a
21
b
a
d
f
m
m
t
h
h'
t'
e
g
c
m'
d'
d'
g'
g
15
p
n
m
a
d
c
c'
b
25
22
c
a
b
23
b
a
k
t
a
d
s
20
d
b
c
c'
a
16
19
r
a
b
f
d
r
r'
17
R
F
A
18
b
p
n
m
a
r'
r

Sirodot del.		Picart sc.

Organisation et développement des Lémanéacées.

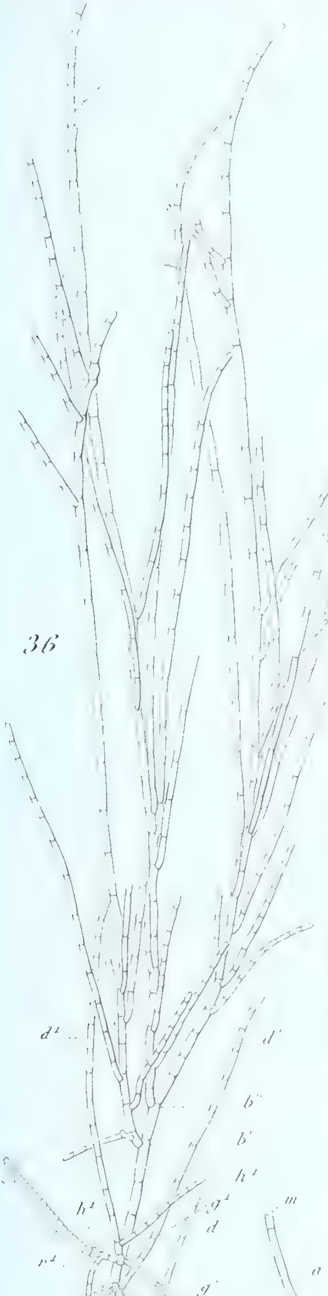
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

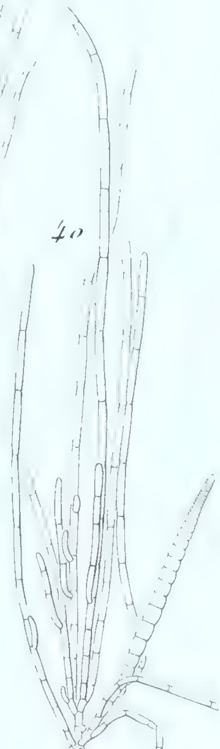

29
k
h
c'
l
s
i
28
s
s'
l
27
k
s
h
t
a
i
m
l
l'
c
P
l''
l'''
30
g
f
b
a
a'
c
f'
31
a
d
g
b
f
34
a
s
u
26
b'
g
r1
d
f
b
c
a
a'
r
26 bis
b
n
m
l
P
c
c''
d
d'
l'
l''
32
a'
a''
b'
m
a
b
b''
m'
33
α
a'''
b'
n'
a'
n
m
m'
a
c
b

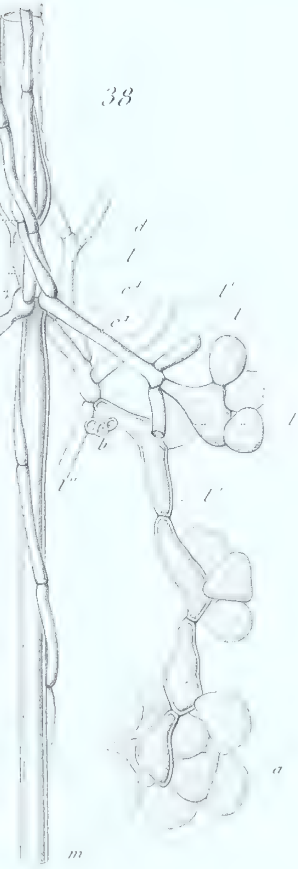
Sirodot del. *Picart sc.*

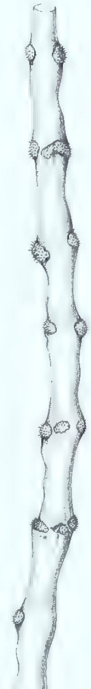
Organisation et développement des Lémanéacées.

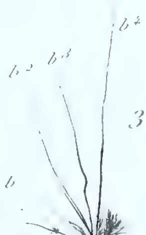
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15 Paris

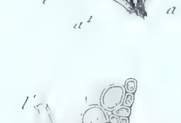

36
d^1
d'
b''
b'
h^1
C
h^1
t
g^1
d
r^1
g'
r'
r'
h
r'
h
a'
r^1
r
r
g
b
m


40


38
n
r
l
r
c^1
c
l''
l''
d
l
c^1
c^1
l'
l
l'
b
l''
l'
a
m


37

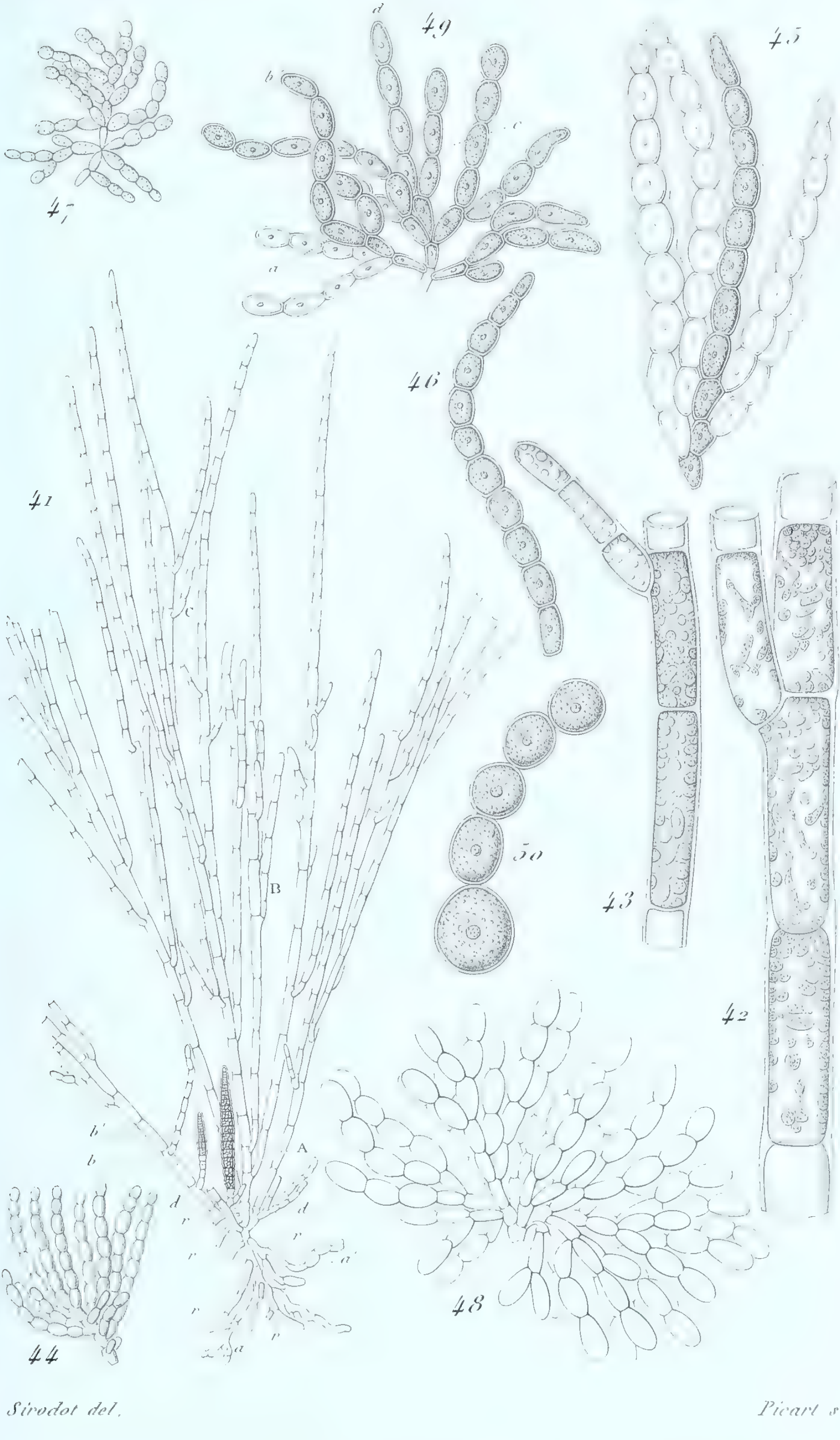

35
b^4
b^3
b^2
b^1
b
c
a^1
a


39

S. Sirodot del. Picart sc.

Organisation et développement des Lémanéacées.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

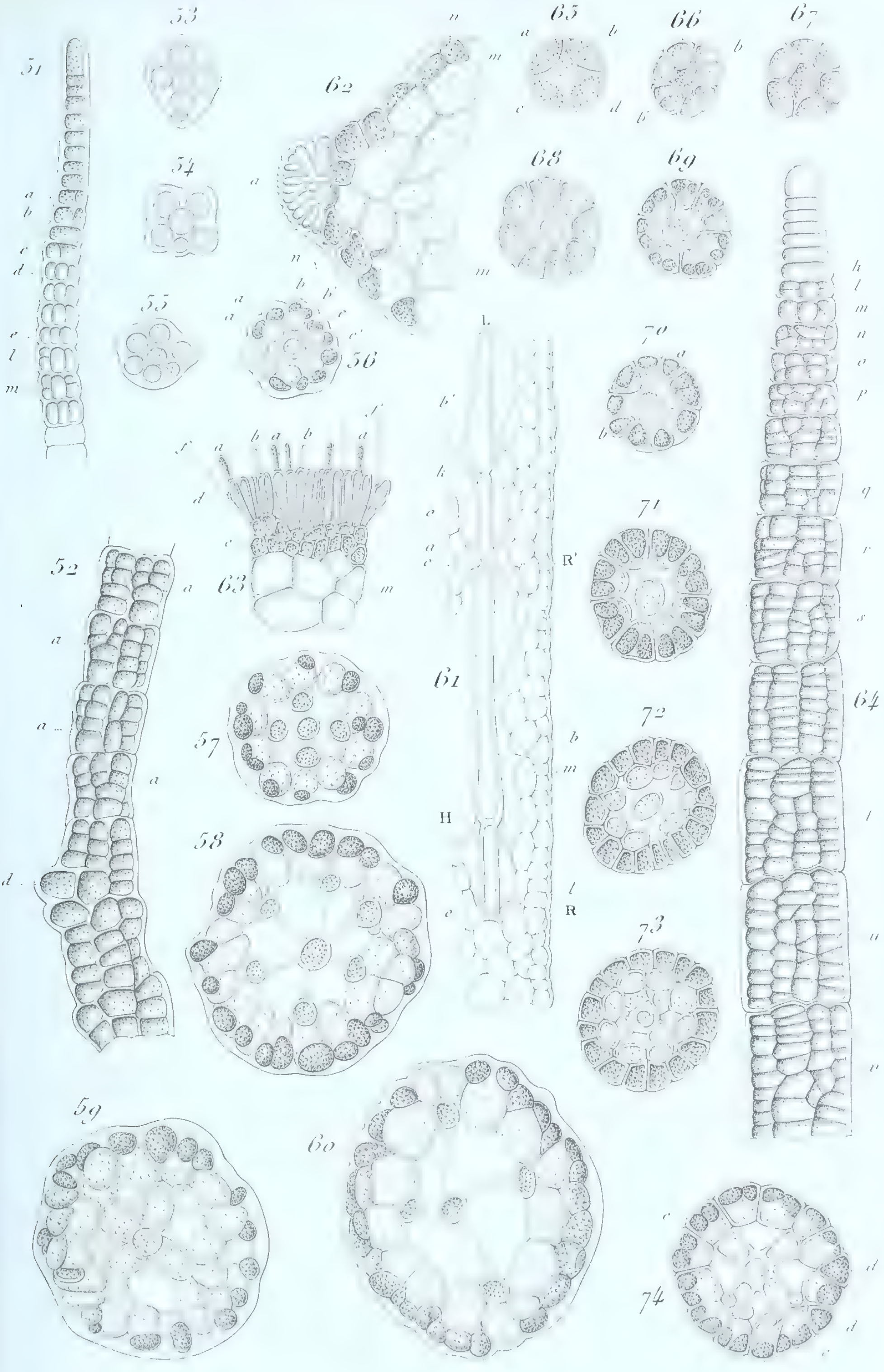

47
49
d
b
c
a
45
46
41
C
B
A
b'
b
d
r
a'
a
44
50
43
42
48

S. Sirodot del. Picart sc

Organisation et développement des Lémanéacées.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

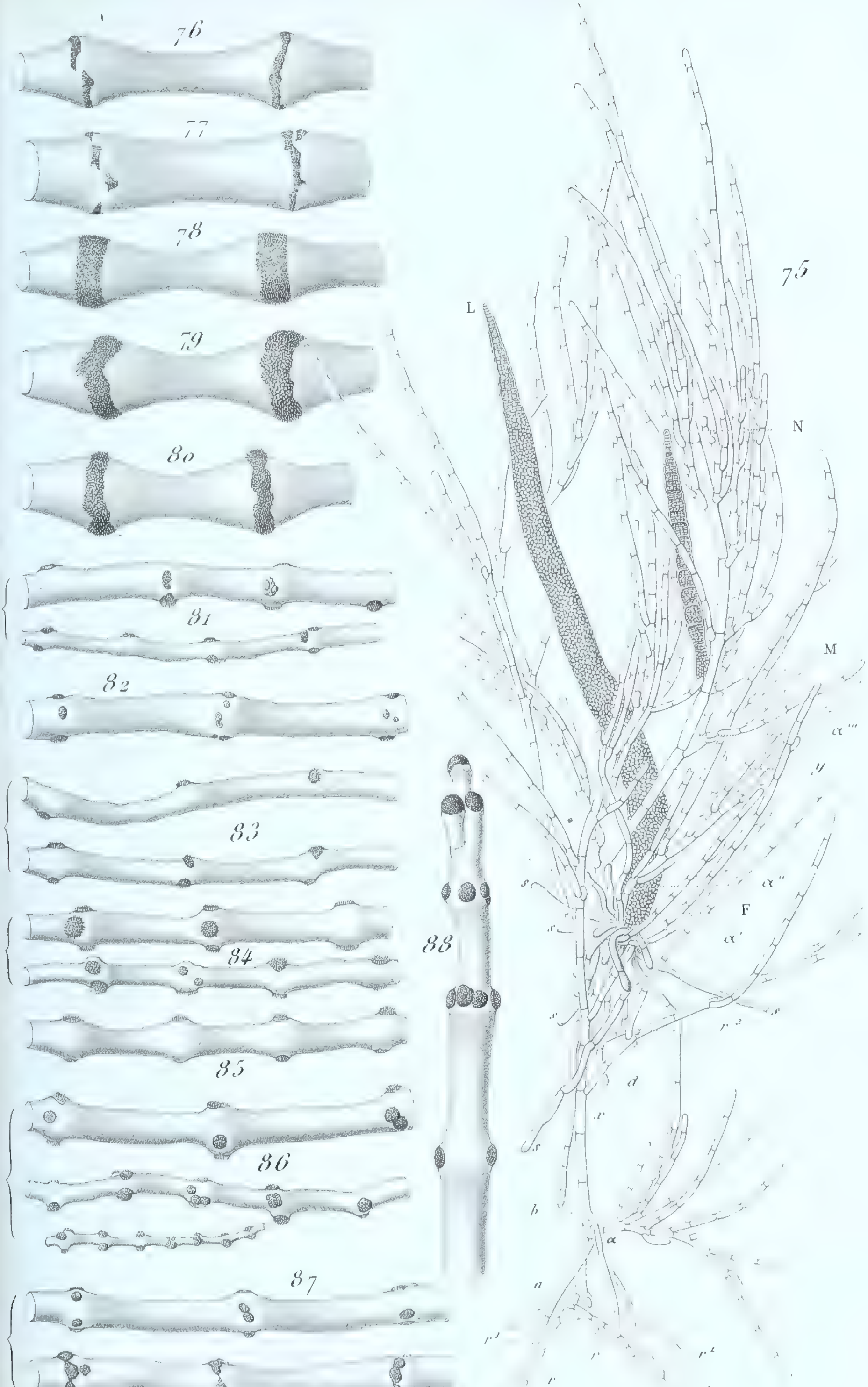
TISH MU


51
53
62
65
66
67
54
68
69
55
56
64
70
71
61
63
52
72
57
58
73
59
60
74
a
b
c
d
e
l
m
n
f
k
o
p
q
r
s
t
u
v
h
L
H
R'
R

S. Sirodot del. Picart sc.

Organisation et développement des Lémanéacées.

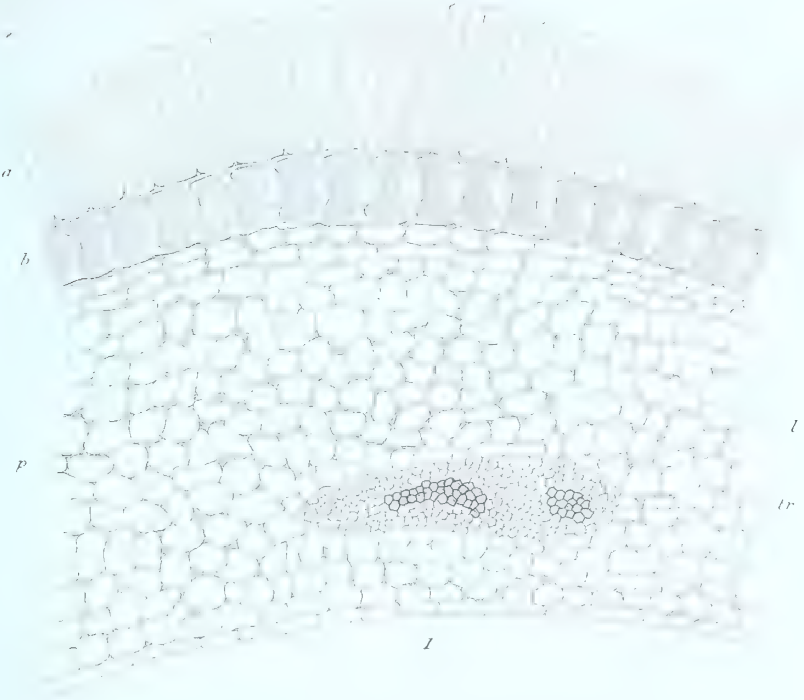
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris


76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
75
L
N
M
α'''
y
α''
F
α'
d¹
s
s'
s''
r²
d
x
b
α
a
r¹
r

S. Sirodot del.   Picart sc.

Organisation et développement des Lémanéacées.

Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15 Paris

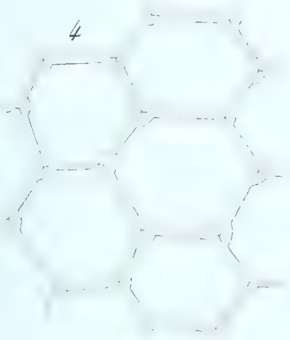


1

2

3

4

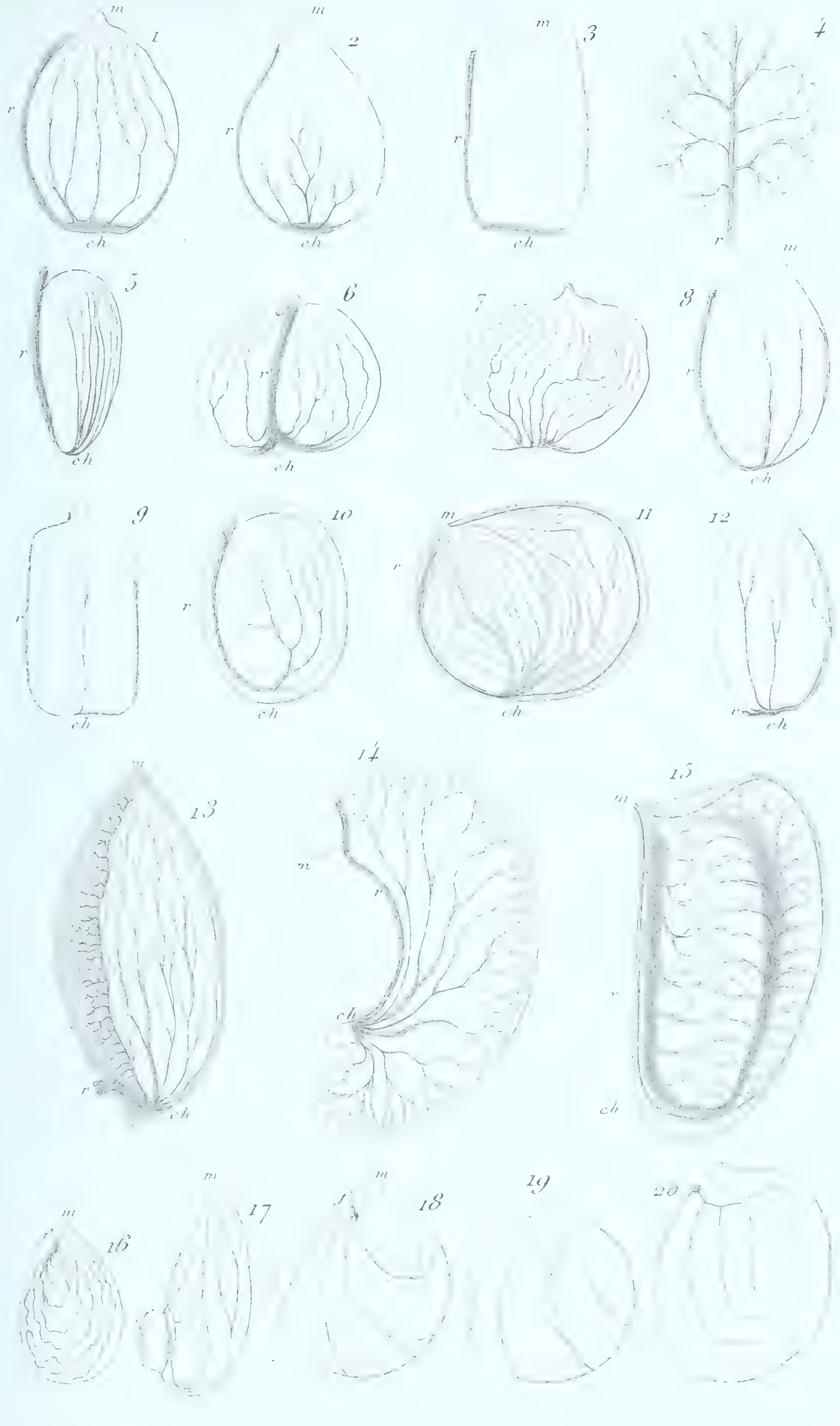


5

L. M. del
Pierre sc.

Nervation de la graine.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

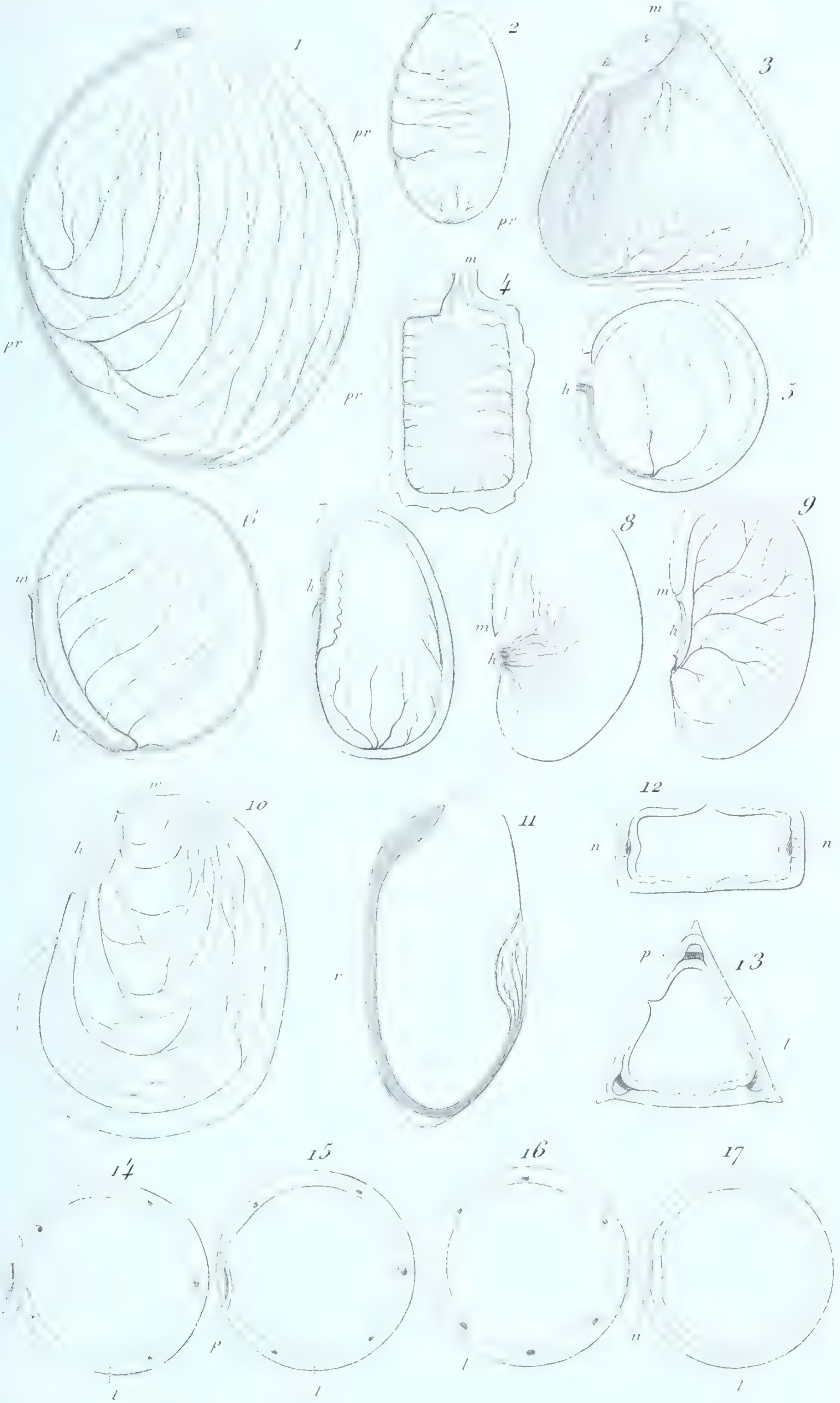

m
1
r
ch
m
2
r
ch
m
3
r
ch
4
r
5
r
ch
6
r
ch
7
m
8
r
ch
9
r
ch
10
r
ch
m
11
r
ch
12
r
ch
14
m
15
m
13
m
r
r
ch
ch
r
ch
m
m
m
19
16
17
18
20

G. L. M. del.

Pierre sc.

Nervation de la graine.

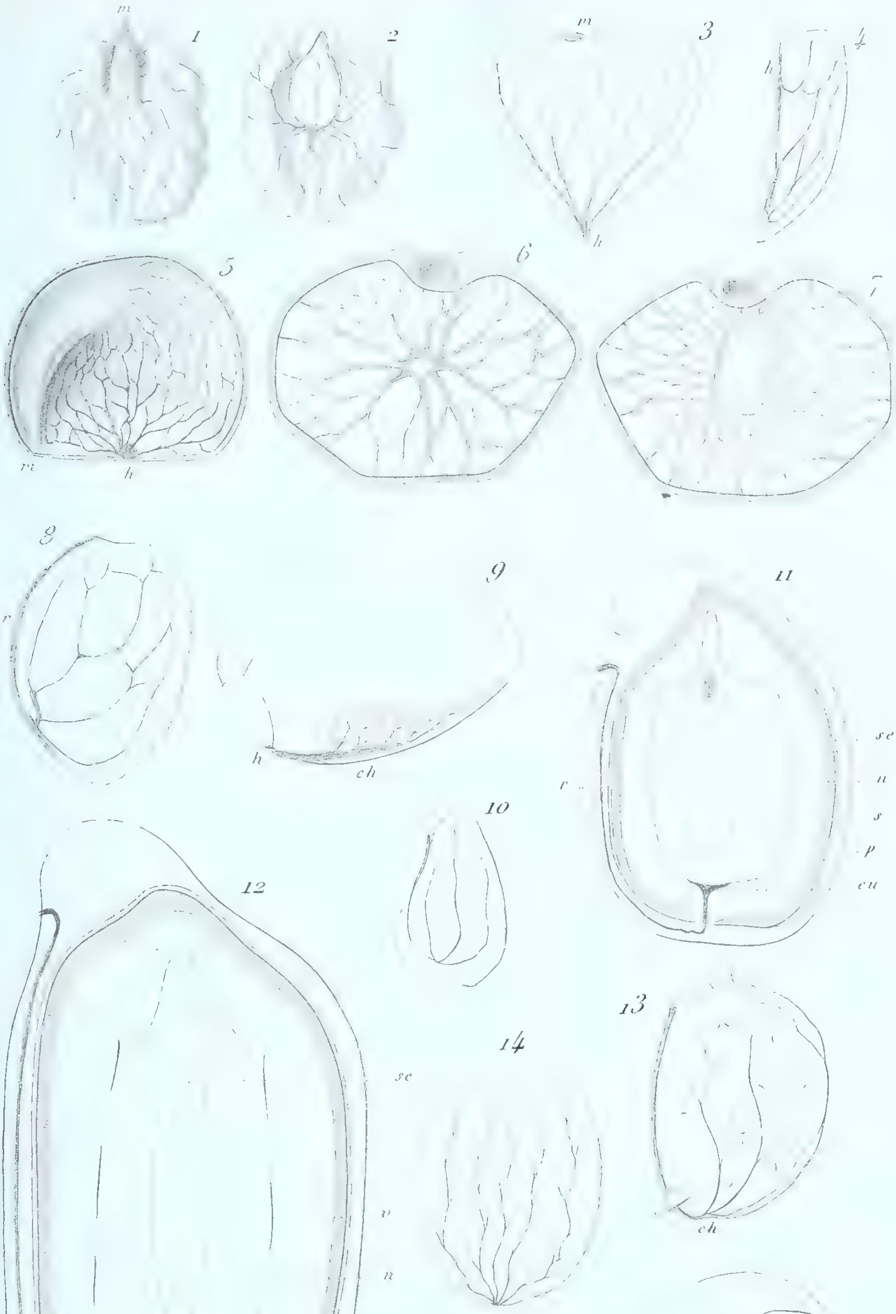
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
pr
pr
pr
pr
2
pr
pr
3
m
4
m
5
h
6
m
h
7
h
8
m
h
9
m
h
10
m
h
l
11
r
12
n
n
13
p
l
14
p
l
15
p
l
16
l
17
n
l

G. L. M. del. Pierre sc.

Nervation de la graine.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris

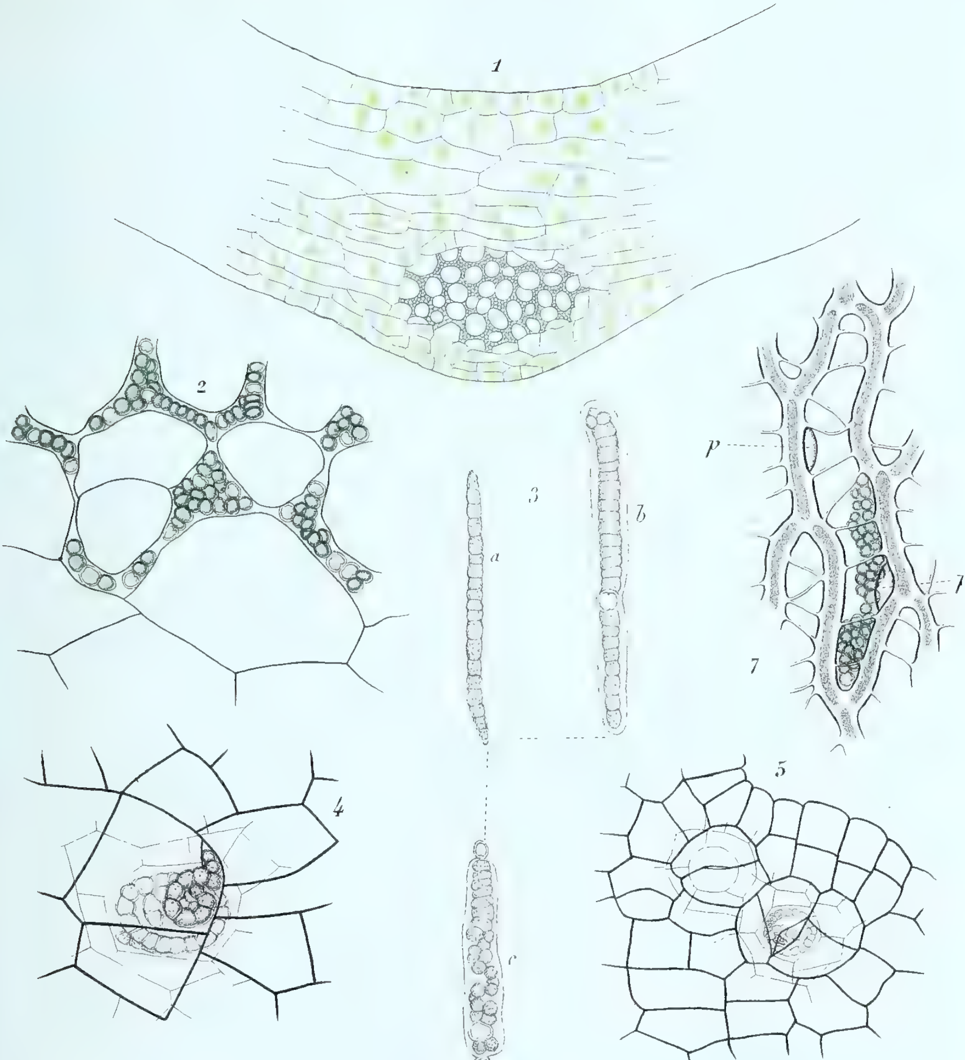

1
m
2
3
m
h
4
h
5
m
h
6
7
8
r
9
h
ch
10
11
se
n
s
p
cu
r
12
se
r
v
n
cu
sf
sp
p
13
ch
14
15
pr
ch

G. L. M. del.

Pierre sc.

Nervation de la graine.

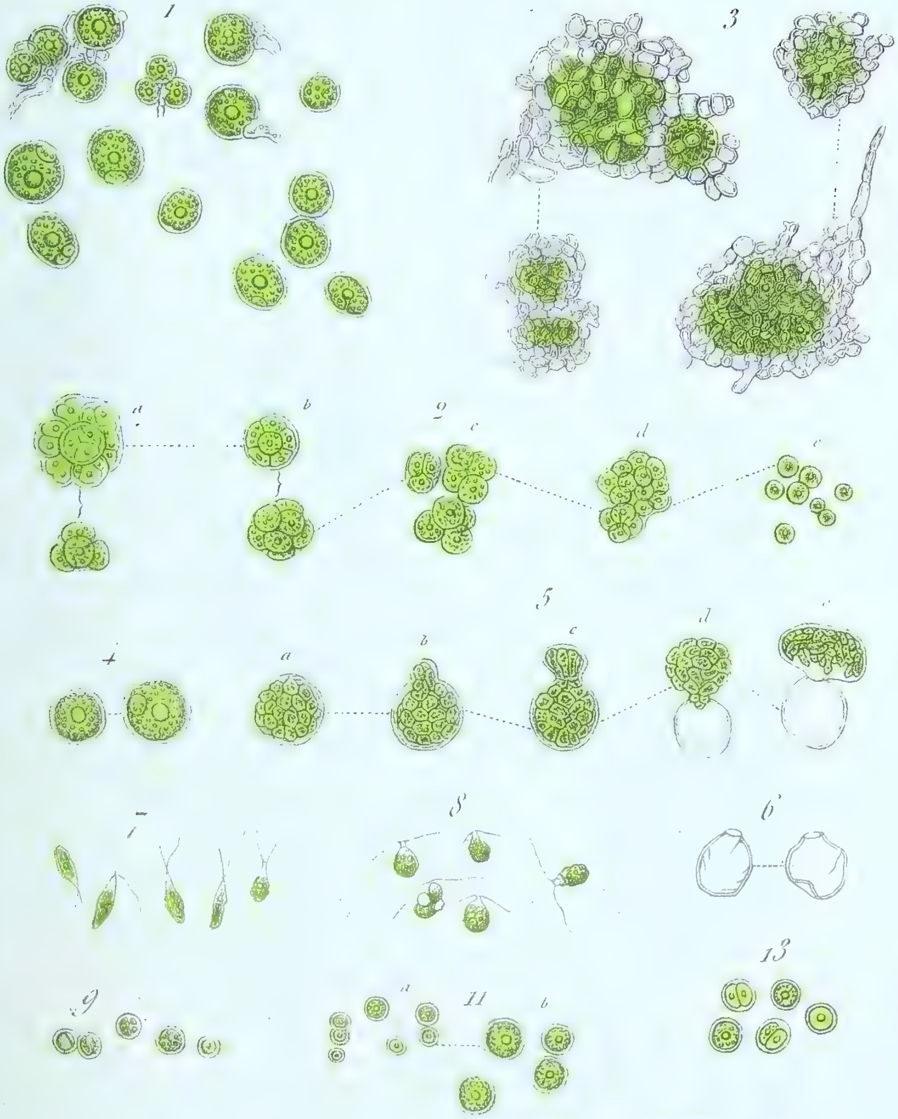
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
2
3
a
b
c
4
5
6
7
p
p

Ed. de Janczewski.

Lith. G. Scott [illegible]

Parasitisme du Nostoc lichenoides.


1
3
a
b
2
c
d
e
5
4
a
b
c
d
e
7
8
6
13
9
a
11
b
10
b
a
a
12
b
a
14
b

M. Woronine delt.		Lith. G. Severeyns.

Gonidies du Parmelia pulverulenta.

Fig. 6
1/1

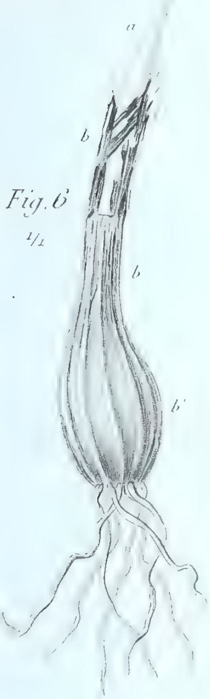


Fig. 1
1/1

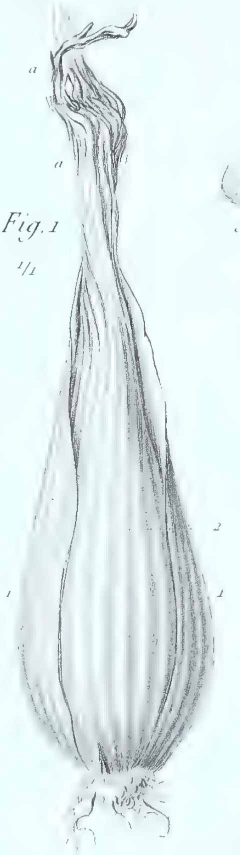


Fig. 2
1/1

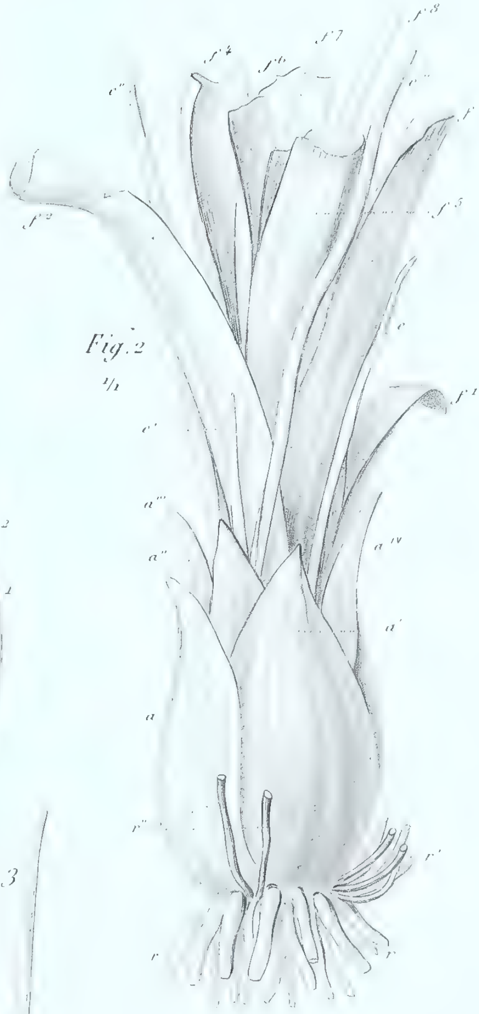

f8
f7
f4
f6
c''
c'''
f3
f2
f5
c
f1
c'
a'''
a''
aIV
a'
a
r''
r'
r
r

Fig. 7

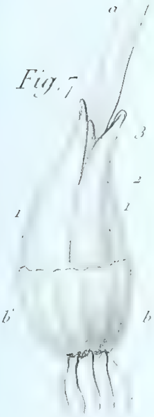


Fig. 8

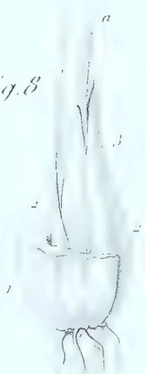


Fig. 3
1/1

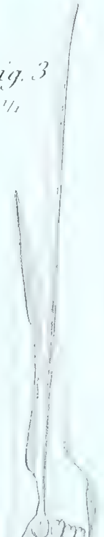


Fig. 5

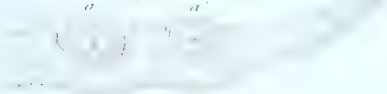


Fig. 4
8/1

P. D. del.

Pierre sc.

Bulbes des Lis

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

Fig. 1
$\frac{65}{1}$

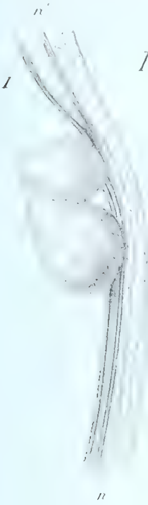


Fig. 2
4/1

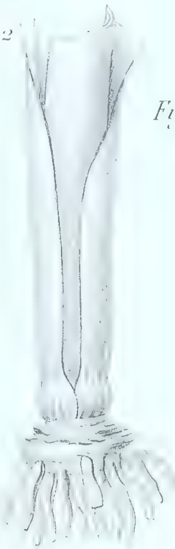


Fig. 3
3/1

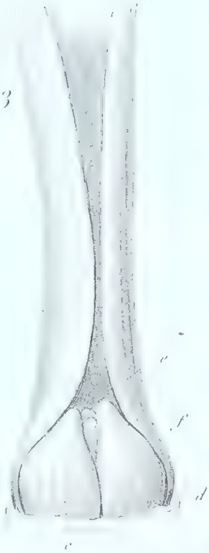


Fig. 4
9/1

Fig. 6
18/1

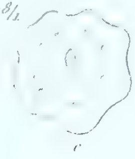


Fig. 5
14/1

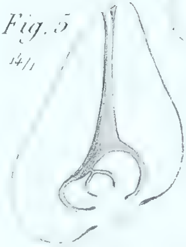


Fig. 8
20/1

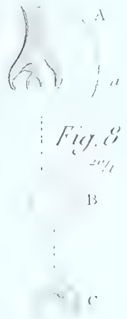


Fig. 10
12/1

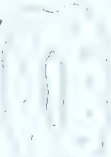


Fig. 7
21/1

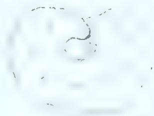


Fig. 14
4/1

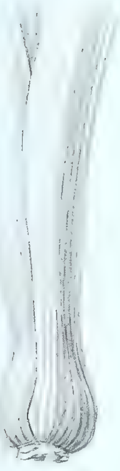


Fig. 9
A
8/1

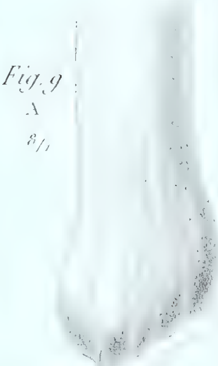


Fig. 12
2/1

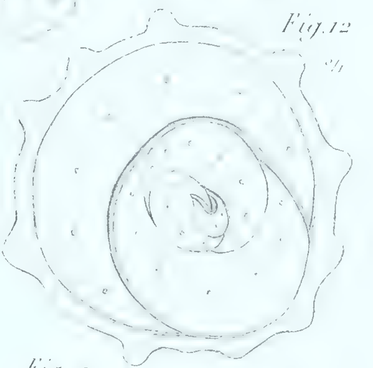


Fig. 11
1/1

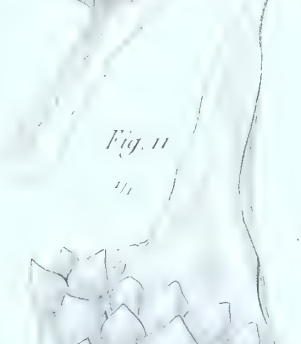


Fig. 15
2/1

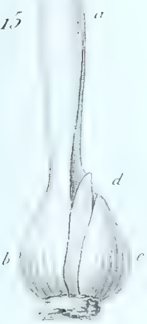


Fig. 9
8/1

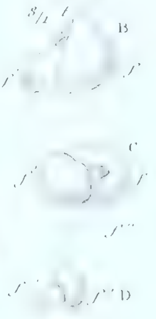
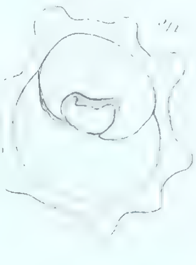

f
B
f'
C
f
f''
f''
f'
f''
D

Fig. 13
2/1



P. D. del *Pierre sc.*

Bulbes des Lis

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

Fig. 1

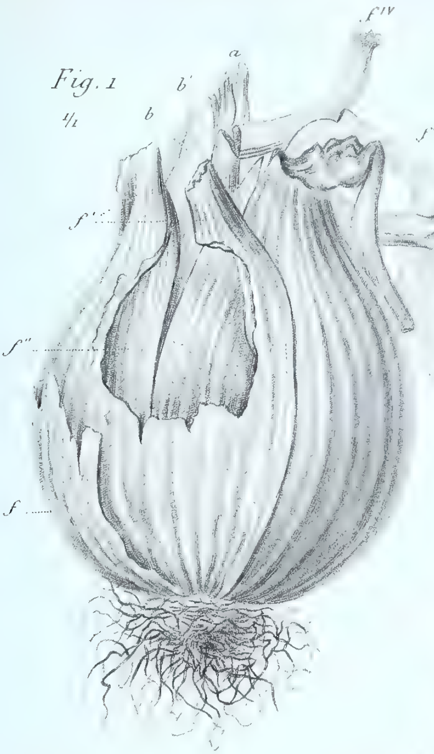

1/1
f IV
a
b'
b
f' VI
f'
f''
f

Fig. 4

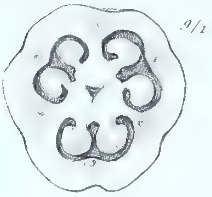


Fig. 5

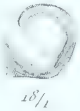


Fig. 10

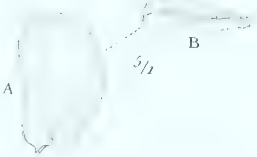


Fig. 3

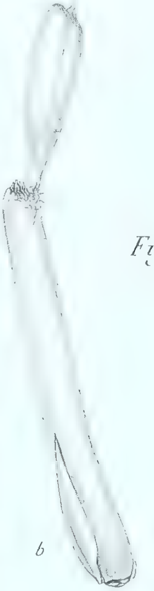


Fig. 6

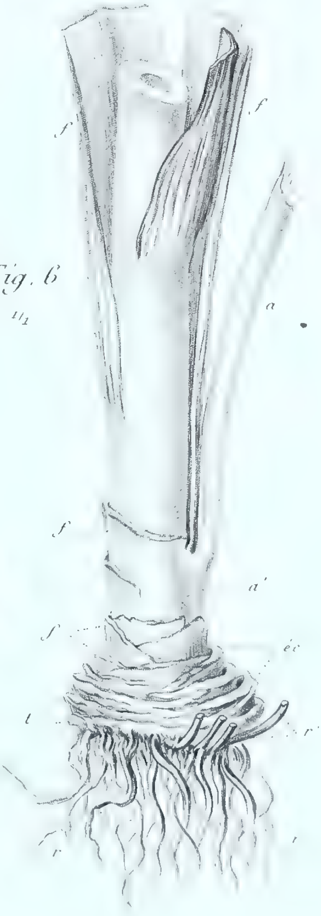

1/1
f
f'
a
f
a'
f'
éc
t
r'
r
r

Fig. 8

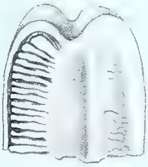


Fig. 2

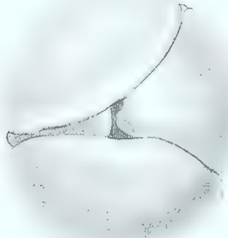


Fig. 7

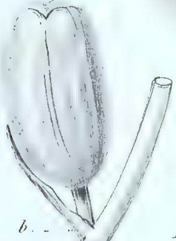
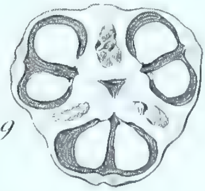


Fig. 9



P. D. del. Pierre

Bulbes des Lis

Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15, Paris